

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Dopravní technika a technologie

Posouzení určování velikosti zavazadlového prostoru

Assessment of Vehicle Luggage Size Determination

Student:

Bc.Radovan Papák

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michal Richtář, Ph.D.

Ostrava 2019

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Radovan Papák**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T003 Dopravní technika a technologie
Specializace: 20 Silniční doprava
Téma: **Posouzení určování velikosti zavazadlového prostoru**
Assessment of Vehicle Luggage Size Determination

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je posouzení určování a výpočtů velikosti zavazadlového prostoru osobního automobilu.

Osnova:

1. Úvod.
2. Teoretický rozbor problému.
3. Posouzení metodik určování velikosti zavazadlového prostoru.
4. Návrhy a doporučení.
5. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

Matějka, R. Vozidla silniční dopravy I. Bratislava: ALFA Bratislava, 1990. ISBN 80-05-00392-7
Matějka, R. Vozidla silniční dopravy II. Bratislava: ALFA Bratislava, 1990. ISBN 80-7100-074-4
Kovanda, J., Resl, I., Socha, J.: Konstrukce automobilů. Praha: ČVUT Praha, 1997. ISBN 80-01-01624-2

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Michal Richtář, Ph.D.**

Datum zadání: 21.12.2018

Datum odevzdání: 20.05.2019



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry

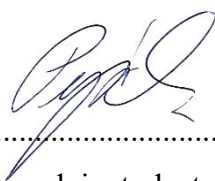


prof. Ing. Ivo Hlávátý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.


V Ostravě 16.5.2019


.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі́, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 16.5.2019


.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Radovan Papák

Adresa trvalého pobytu autora práce: Bernartice nad Odrou 150,
Bernartice nad Odrou 74241

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

PAPÁK, R. Posouzení určování velikosti zavazadlového prostoru: diplomová práce, Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2019, 57 s. Vedoucí práce: Richtář, M.

Diplomová práce se zabývá určováním velikostí zavazadlového prostoru osobních automobilů a posouzením metodik používaných výrobcí automobilů. Úvod obsahuje seznámení s teorií možností zavazadlových prostorů a známých metodik pro měření jejich objemů. Následuje popis automobilů vybraných pro tvorbu virtuálních modelů zavazadelníků. Další část obsahuje simulace měření objemů zavazadlových prostorů pomocí konvenčních metodik a metodou nově navrženou ve virtuálním prostředí programu Autodesk Inventor. V závěru práce jsou výsledky simulací porovnány s důrazem na velké rozdíly mezi výsledky jednotlivých metod a navržení nutných změn v této problematice.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

PAPÁK, R. Assessment of Vehicle Luggage Size Determination: Diploma Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Transport, 2019, 57 p. Thesis head: Richtář, M.

The diploma thesis deals with determining the size of the luggage compartment of passenger cars and assessing the methodologies used by car manufacturers. The beginning includes an introduction to the luggage compartment theory and known methodologies for measuring their volume. Following is a description of cars selected for creating virtual models of luggage. The next section includes simulations of luggage volume measurements using conventional methodologies and a newly designed methodology in Autodesk Inventor virtual environment. In conclusion, the results of simulations are compared with the emphasis on the large differences between the results of individual methods and proposing necessary changes in this issue.

OBSAH:

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	8
1. ÚVOD.....	9
2. TEORETICKÝ ROZBOR PROBLÉMU.....	10
2.1 Historie a vznik zavazadlových prostorů.....	10
2.2 Konstrukční řešení a kategorizace	12
(2.2.1) Karoserie a druhy karoserií.....	12
(2.2.2) Přístup do zavazadlového prostoru.....	18
(2.2.3) Zámky dveří a vík zavazadlového prostoru.....	19
2.3 Bezpečnost.....	20
(2.3.1) Aktivní bezpečnost	20
(2.3.2) Pasivní bezpečnost	21
(2.3.3) Vnitřní otevření.....	22
2.4 Objem zavazadlového prostoru.....	22
(2.4.1) Základní objem zavazadlového prostoru	22
(2.4.2) Rozšířený objem zavazadlového prostoru	23
2.5 Používané metody měření objemu zavazadlového prostoru	24
(2.5.1) Metodika VDA.....	24
(2.5.2) Tekutinová metoda	27
(2.5.3) Metodika SAE.....	28
3. POSOUZENÍ METODIK URČOVÁNÍ VELIKOSTI ZAVAZADLOVÉHO PROSTORU 29	
3.1 Virtuální model zavazadlového prostoru.....	29
(3.1.1) Audi A4 Avant	29
(3.1.2) Škoda Fabia 2 FaceLift	32
(3.1.3) Praktické měření	34
(3.1.4) Vznik virtuálního modelu zavazadlového prostoru	35
3.2 Simulace tekutinové metody.....	37
(3.2.1) Simulace tekutinové metody Audi A4 Avant	37
(3.2.2) Simulace tekutinové metody Škoda Fabia 2 FL.....	39
3.3 Simulace metody VDA.....	40
(3.3.1) Simulace metody VDA Audi A4 Avant	41
(3.3.2) Simulace metody VDA Škoda Fabia 2 FL.....	43
3.4 Metoda přepravního objemu zavazadlového prostoru.....	44
(3.4.1) Ekvivalenty reálných zavazadel	44
(3.4.2) Postup měření.....	46
(3.4.3) Simulace - přepravní objem Audi A4 Avant	46
(3.4.4) Simulace - přepravní objem Škoda Fabia 2 FL.....	48
4. NÁVRHY A DOPORUČENÍ.....	50
4.1 Zhodnocení simulací	50

(4.1.1)	Kombi střední třídy.....	50
(4.1.2)	Malý vůz	51
4.2	Doporučení	52
(4.2.1)	Tekutinová metoda	52
(4.2.2)	Metoda VDA	52
(4.2.3)	Metoda přepravního objemu zavazadlového prostoru.....	52
(4.2.4)	Nutné zavedení změn.....	53
5.	ZÁVĚR	54
6.	PODĚKOVÁNÍ.....	56
7.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	57

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

	Písmena latinské abecedy	Jednotka
VDA	Verband der Automobilindustrie	[dm ³]
DIN	Deutsche Institut für Normung	[-]
ISO	International Organization for Standardization	[-]
SAE	Society of Automotive Engineers	[-]
CVI	Cargo Volume Index	[ft ³]
OHC	Over Head Camshaft	[-]
V	objem	[l / dm ³]

1. ÚVOD

Diplomová práce se zabývá problematikou metod určování velikostí zavazadlových prostorů osobních automobilů. Cílem práce je na základě hodnot získaných pomocí vytvoření virtuálních simulací metod měření objemu zavazadlových prostorů upozornit na nutnost zavedení norem určujících jednotnou metodiku měření pro výrobce z důvodu značných rozdílů ve výsledných hodnotách u konvenčních metod volených samotnými výrobci automobilů. Jelikož v aktuálním stavu není možné objektivně a jasně srovnat konkurenční automobily zákazníkem. Dále navržení vlastní metody měření objemu zavazadlových prostorů za účelem maximálního přiblížení schopnosti zavazadelníku pojmut reálná zavazadla zákazníkovi.

Úvodní část bude obsahovat seznámení s historií vzniku zavazadlových prostorů u osobních automobilů a teoretický rozbor této problematiky, tedy popsání jednotlivých konstrukčních řešení karoserií a jednotlivých konstrukčních prvků souvisejících s touto problematikou. V navazující části kapitoly budou popsány pojmy týkající se přímo objemů zavazadlových prostorů, které bude následovat popis a seznámení s konvenčně používanými metodikami měření objemu zavazadlových prostorů.

Po uvedení do problematiky se již budeme věnovat přímo posuzování konvenčních metod měření objemu zavazadelníků. Za tímto účelem budou vytvořeny virtuální modely zavazadlových prostorů automobilů odlišných tříd v programu Autodesk Inventor na základech rozměrů získaných praktickým měřením reálných automobilů, které podstoupí simulace měření objemu dle dvou konvenčních metod a zcela nově navržené metody. Kapitola bude obsahovat popis vytváření jednotlivých simulací a postupy výpočtů výsledných hodnot, které budou postupně zaznamenávány do tabulek pro následné srovnání.

Závěrečná část bude obsahovat přehledné srovnání hodnot získaných na základě vytvořených simulací měření objemů zavazadlových prostorů u zvolených automobilů odlišných tříd s důrazem na ověření předpokladu značných rozdílů výsledných hodnot při jejich měření různými metodami. Dále navrhovaná opatření a doporučení na základě zkušeností a poznatků z provedených simulací.

2. TEORETICKÝ ROZBOR PROBLÉMU

2.1 Historie a vznik zavazadlových prostorů

Zavazadlový prostor je hlavní úložný prostor vozidla, který se nejčastěji nachází v zadní části vozidla. Prvotní návrhy a realizace zavazadlových prostorů ale zahrnovaly pouze stojan připevněný na vnější straně zadní části vozidla, ke kterému bylo možné připevnit klasické cestovní zavazadlo, nejčastěji koženými popruhy. Jeden z vůbec prvních automobilů sériově vybavených tímto řešením byl Ford model A, který začal sjíždět z výrobní linky v roce 1931. [4]



Obrázek 1. 1931 Ford model A Deluxe Sport Coupe vybaven jako jeden z prvních osobních automobilů vnějším zavazadlovým prostorem. [4]

Později se ale konstrukce posunula od vnějších zavazadlových prostor k integraci hlavního úložného prostoru do karoserie vozidla a vyvíjely se tak, aby poskytovaly efektivnější vzhled a větší bezpečí pro zavazadla i okolí vozidla. Již pro první zavazadlové prostory platilo, že byly umístěny v zadní části vozidla, stejně jako je tomu v převážné většině dodnes. V tomto případě také platí, že motor je umístěn v přední části karoserie.

Některé automobily se spalovacím motorem umístěným uprostřed nebo poháněná elektromotorem mají zavazadlový prostor v přední i v zadní části vozidla, což může znamenat velkou výhodu. Jako příklad automobilů s tímto konstrukčním řešením již patřících mezi veterány můžeme uvést Volkswagen Typ 3 nebo Porsche 914, naopak ze

současných automobilů jsou to Porsche Boxster, Toyota MR2 nebo elektrická Tesla Model S.



Obrázek 2. Tesla Model S s předním i zadním zavazadlovým prostorem. [5]

Další skupinou automobilů jsou hlavně sportovní automobily s motory umístěnými uprostřed nebo v zadní části karoserie, které mají zavazadlový prostor umístěný v přední části karoserie. Určení použití těchto automobilů je převážně sportovní nebo reprezentativní, a proto se zde na objem zavazadlového prostoru nebere velký ohled a je brán spíše jako nouzový. Typickými zástupci pro automobily s motorem umístěným uprostřed jsou automobily značky Lamborghini, dále s motorem umístěným vzadu za zadní nápravou jsou to automobily Porsche.



Obrázek 3. Zavazadlový prostor Lamborghini Aventador v přední části karoserie. [6]

2.2 Konstrukční řešení a kategorizace

(2.2.1) Karoserie a druhy karoserií

U většiny současných automobilů představuje karoserie jeho nosnou část, která poskytuje prostor pro posádku, náklad a umožňuje montáž všech ostatních částí automobilu. Různé části karoserie bývají vyrobeny z různých materiálů od běžných konstrukčních ocelí, nízko a vysoko legovaných ocelí, nerezových ocelí, tvárných litin, hliníkových slitin až po v současné době velice populárních plastů či kompozitních materiálů jako kevlarová a uhlíková vlákna.

Podle toho jak jsou v karoserii odděleny prostory pro motor, posádku a náklad rozdělujeme karoserie osobních automobilů:

Jednoprostorové – motor, posádka i náklad od sebe nejsou odděleny pevnými příčkami karoserie. Tento typ karoserie se v současné době již nepoužívá.

Dvouprostorové – motorový prostor je oddělen pevnou příčkou karoserie od prostoru pro posádku a náklad. Zde je velkou výhodou možnost dočasného zvětšení prostoru pro náklad díky jeho spojení s prostorem pro posádku, nejčastěji tedy sklopením opěradel zadních sedadel, nebo jejich úplným vyjmutím.

Tříprostorové – jednotlivé prostory pro motor, posádku a náklad jsou od sebe odděleny pevnými příčkami karoserie. U této varianty již není možnost dočasně zvětšit objem prostoru pro náklad s prostorem pro posádku, pokud tedy zanedbáme možnost vytvoření otvoru mezi opěradly zadních sedadel po sklopení loketní opěrky. Tento otvor je možný

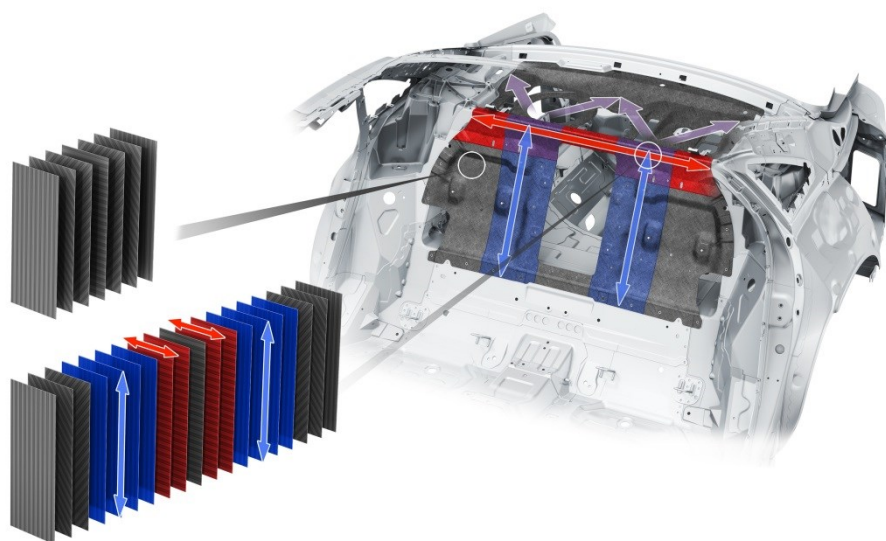
použít pro převoz podlouhlých předmětů jako jsou například lyže apod., ale musíme uvážit to, zda to legislativa daného státu dovoluje.

Osobní automobily nejčastěji rozdělujeme dle tvaru jejich karoserie:

Sedan

Běžně se jednalo o tříprostorovou čtyřdveřovou karoserii se stupňovitou zádí (například Audi 80) pro čtyř až pětičlennou posádku, ale v současné době se stále více objevují sedany s dvouprostorovou karoserií, což zvyšuje praktičnost vozidla díky možnosti dočasně zvětšit objem pro přepravu nákladu sklopením opěradel zadních sedadel (například všechny generace Audi A4). Tříprostorovou karoserii tak v současné době zachovávají především velké luxusní sedany, kde je příčka mezi prostorem pro posádku a prostorem pro náklad využita ke zvýšení tuhosti rozměrné karoserie. Tento typ karoserie nabízí litrově velké zavazadlové prostory, ale je značně limitován jeho přístup kvůli malému vstupnímu otvoru po otevření víka, díky kterému sem rozměrnější předměty nenaložíme.

Příklad: Audi A8, Mercedes-Benz S-class



Obrázek 4. Příčka mezi prostorem pro posádku a prostorem pro náklad z uhlíkového kompozitu automobilu Audi A8 2018. [7]

Hatchback

Dvouprostorová tří- nebo pětidveřová karoserie pro čtyř až pětičlennou posádku. Prostor pro zavazadla je přístupný pátými dveřmi ukotvenými ve střeše vozidla.

Příklad: VW Golf, Ford Focus

Kombi

Dvouprostorová karoserie nejčastěji s pěti dveřmi pro čtyř až pětičlennou posádku. Jedná se o prodlouženou verzi karoserie typu hatchback, kde je kladen větší důraz na objem zavazadlového prostoru. Prostor pro zavazadla je přístupný pátými dveřmi ukotvenými ve střeše vozidla. Můžeme se také setkat s méně obvyklými třídvérovými karoseriemi typu kombi jako je Mini Clubman, jejichž páté dveře zavazadlového prostoru jsou vertikálně rozděleny na dvě části a tyto křídlové dveře jsou ukotveny v bočnicích karoserie.

Příklad: Škoda Octavia Combi, VW Passat Variant

Liftback

Dvouprostorová pětivérová karoserie pro čtyř až pětičlennou posádku. Jde o kombinaci sedanu a hatchbacku, kde tvar karoserie se podobá sedanu, ale dveře zavazadlového prostoru se otevírají spolu se zadním oknem a jsou tak ukotveny až ve střeše vozidla jako je tomu u hatchbacku, což zvyšuje přístupnost prostoru pro zavazadla a tak tedy i celkovou praktičnost vozidla.

Příklad: Škoda Rapid, Škoda Octavia

Off-road

Dvouprostorová tří nebo pětivérová robustní karoserie pro čtyř a v některých případech až devítičlennou posádku. Stavba celé karoserie je podřízena dobré průchodnosti terénem, tedy především výsledné větší světlé výšce a velkým nájezdovým úhlům.

Příklad: Land Rover Defender, Toyota Land Cruiser

Pick-up

Jedná se v současné době o již výše zmíněnou méně se vyskytující tříprostorovou karoserii, kdy je od sebe oddělen prostor pro posádku od u tohoto typu vozidla především otevřeného prostoru pro náklad. Automobily jsou tedy z výroby dodávány s otevřeným prostorem pro náklad, ale většina výrobců k těmto vozidlům dodává také kryty nebo střešní nadvstavby nazývané se „hard-top“ pro uzavření prostoru pro náklad jako příslušenství.

Příklad: Toyota Hilux, VW Amarok



Obrázek 5. Volkswagen Amarok V6 TDI. [9]

SUV (Sport Utility Vehicle – sportovní užitkové vozidlo)

Dvouprostorová pětidvéřová karoserie pro čtyř až sedmičlennou posádku. Vzhled karoserie se snaží evokovat off-road, ale konstrukce vozidla je zaměřena především na jízdu po zpevněném povrchu, případně pro jízdu v lehkém terénu. Ve výsledku tak jde o zvětšený hatchback s vyšší světlou výškou.

Příklad: VW Tiguan, Audi Q5



Obrázek 6. Volkswagen Tiguan R-line. [9]

MPV (Multi Purpose Vehicle – víceúčelové vozidlo)

Dvouprostorová tří (Renault Avantime, Peugeot 1007) až pětidvéřová karoserie pro pěti až sedmičlennou posádku. Zadní postranní dveře jsou často posuvné. Jedná se o vozidla zaměřená především na rodinu, případně pracovní použití. Nabízejí velký vnitřní prostor s variabilním uspořádáním sedadel, díky kterým je možné měnit objem

zavazadlového prostoru dle aktuální potřeby. Prostor pro zavazadla je přístupný pátými dveřmi ukotvenými ve střeše vozidla.

Příklad: Renault Espace, VW Sharan



Obrázek 7. Renault Espace, jehož první generace založila kategorii MPV. [8]

Coupé (kupé)

Dvoudvéřová dvou nebo tříprostorová karoserie určená pro dvou až čtyřčlennou posádku. Typickým znakem je, že se linie zádi vozu směrem k zadnímu konci silně svažuje. Tato koncepce se využívá především u sportovně zaměřených automobilů. Současným trendem jsou čtyřdveřová kupé, která díky možnosti způsobu ukotvení pátých dveří pro přístup do prostoru pro zavazadla převzatého od karoserie typu liftback můžou být i nečekaně praktická.

Příklad: Audi TT, Audi A7



Obrázek 8. Čtyřdveřové kupé Audi A7 2019 s pátými dveřmi ukotvenými ve střeše. [7]

Roadster

Dvoudvéřová tříprostorová otevřená karoserie pro dvoučlennou posádku. Roadster nabízí jen jednu řadu sedadel. V některých případech se jedná o verzi daného

automobilu vzniklou z karosářské varianty kupé. Střecha je řešená jako plátěná nebo pevná skládací, která po složení zabírá velkou část zavazadlového prostoru. V některých případech se může objevit také pevná odnímatelná, tzv. hard-top.

Příklad: Mazda MX-5, Audi TT Roadster



Obrázek 9. Audi TT ve verzi Roadster a Coupe. [7]

Kabriolet

Tříprostorová otevřená dvou nebo i čtyřdveřová karoserie (v současné době se sériově nevyrábí) pro dvou až pětičlennou posádku. V některých případech tak kabriolet nabídne i druhou řadu sedadel. Střecha je řešená jako plátěná nebo pevná skládací, kdy v případě pevné skládací střechy může být vozidlo označováno také jako kupé-kabriolet. Opět zde nastává problém ve značném zmenšení objemu zavazadlového prostoru po složení střechy především tedy u variant s pevnou skládací střechou.

Příklad: Audi A5 Kabriolet, Ford Mustang Convertible

V současné době je velkým trendem výrobců automobilů vyplnit veškeré mezery na trhu s automobily za účelem získání nových zákazníků a vzniká tak velké množství nových karosářských variant, které ovšem vždy vycházejí z výše zmíněných základních typů karoserií nebo jejich kombinací.



Obrázek 10. Mercedes-Benz GLE AMG Coupe jako příklad kombinace karosářské varianty SUV a kupé. [10]

(2.2.2) Přístup do zavazadlového prostoru

Dveře zavazadlového prostoru

Pro přístup do zavazadlového prostoru jsou vždy určeny dveře přímo k tomu určené, ty mohou být ke karoserii přichyceny v horní nebo dolní části či po stranách. Dveře zavazadlového prostoru jsou součástí výhradně dvouprostorových karosérií. Ve většině případů tak jejich součástí je také okno s výjimkou sedanů s dvouprostorovou karosérií. Zadní dveře mohou z jejich vnitřní strany obsahovat také další úložné prostory, například pro výstražný trojúhelník a podobně.



Obrázek 11. Otevřené páté dveře zavazadlového prostoru VW Golf VII. [9]

Víko zavazadlového prostoru

Víko zavazadlového prostoru je kryt, který umožňuje přístup do zavazadlového prostoru a je součástí tříprostorových, ale v některých současných případech i dvouprostorových karoserií. Klasické sedany či kupé s tříprostorovou karoserií případně tedy s dvouprostorovou karoserií mají víko zavazadelníku připevněny pomocí pantů s rameny a pružinou nebo pružinami, které udržují víko po otevření v otevřené poloze, případně dokáží otevřít víko po uvolnění zámku samovolně. Sedany jsou aktuálně převážně automobily vyšších tříd a tak se čím dál častěji setkáváme se zabudovanými elektromotory nahrazujícími pružiny, které dokáží otevřít nebo zavřít víko kufru automaticky.



Obrázek 12. Otevřené víko zavazadlového prostoru VW Passat 2017. [9]

(2.2.3) Zámky dveří a vík zavazadlového prostoru

Uzamykání a odemykání dveří nebo víka zavazadelníku je ve většině případů v současnosti prováděno společně s dveřmi prostoru pro cestující tzv. centrálním zamykáním a jde tedy o elektronicky ovládané zámky. Druhou, již méně se vyskytující možností, je uvolnění zámku zavazadlového prostoru pomocí ovládacího prvku pouze z prostoru řidiče, to může být jak elektronické, tak mechanické (lanové táhlo). Některé automobily jsou vybaveny funkcí vzdáleného otevření víka či dveří zavazadlového prostoru pomocí dálkového ovládání. Další praktickou možností poslední doby je bezkontaktní otevření zavazadlového prostoru pomocí daného pohybu nohou pod zadním nárazníkem vozidla, kde je umístěn senzor snímající tento pohyb.

Otevření zavazadelníku lze dosáhnout:

- Uvolněním zámku, čímž dochází k odskočení dveří/víka ze zámku, ale samotné víko/dveře musíme dostat do otevřené polohy manuálně.

- Uvolněním zámku, dochází k odskočení dveří/víka ze zámku a pomocí pružin, či dostatečně silných plynových vzpěr se dveře/víko dostanou samovolně do otevřené polohy. Toto řešení je typické pro vozidla s karoserií typu sedan.
- Uvolnění zámku a následné automatické otevření zavazadlového prostoru pomocí elektrického nebo dříve používaného hydraulického pohonu, který manipuluje s dveřmi/víkem. To platí i pro opětovné uzavření zavazadlového prostoru. Toto řešení bylo výhradou nejvyšší třídy automobilů, ale v současnosti se rozšiřuje i do tříd nižších.



Obrázek 13. Funkce „Easy Open“ vozidla VW Passat 2017 pro otevření zavazadelníku pohybem nohy. [9]

2.3 Bezpečnost

Zavazadlový prostor a jeho příslušenství může přispět k aktivní i pasivní bezpečnosti vozidla.

(2.3.1) Aktivní bezpečnost

Aktivní bezpečnost může být podpořena zejména ve vozidlech, která jsou předurčena k většímu zatížení převážením nákladu či zavazadel. Jedná se především o dobré ukotvení či uchycení objemných nebo těžkých nákladů a zavazadel za pomoci záchytných systémů a předejít tak jejich nekontrolovanému pohybu. Nekontrolovaný pohyb nákladu a zavazadel může mít za následek náhlou změnu těžiště vozidla v kritických situacích, ale i při jízdě v zatáčkách, kdy může dojít k nechtěnému přenášení hmotnosti a zapříčinit tak nebo zvýšit poškození vozidla nebo zvýšit riziko pro cestující.

Záchytných systémů je celá řada a velké množství výrobců vozidel je nabízí již jako standart u nového vozu nebo jako příslušenství k dokoupení. Většina zavazadlových prostorů vozidel typu kombi, MPV, SUV nebo off-road je tak vybavena oky pro

uchycení popruhů nebo kolejnicemi pro umístění přepážek k rozdělení prostoru již z výroby. Dále se můžeme setkat se síťovými záchytnými systémy, které jsou velmi praktické a dostupné.



Obrázek 14. Záchytný systém vozu Audi A6 Avant 2016 v podobě nastavitelné přepážky v kolejnicích. [7]

(2.3.2) Pasivní bezpečnost

Pokud dojde k nehodě, může správné upevnění nákladu nebo zavazadel v zavazadlovém prostoru výrazně snížit následky dopravní nehody tak, že se nedostanou do prostoru pro posádku a nezasáhnou ji.



Obrázek 15. Upevnění zavazadla pomocí síťového programu a záchytných ok v kolejnicích vozidla Range Rover Velar 2018. [10]

(2.3.3) Vnitřní otevření

Z důvodu zajištění bezpečnosti pro lidi uvíznutými v zavazadlovém prostoru je zapotřebí možnost otevření víka zavazadlového prostoru také z vnitřní strany. To samozřejmě neplatí u karosářských variant typu hatchback, kombi, SUV a dalších, u kterých může ohrožený člověk uvolnit nebo vykopnout horní kryt nebo plato nad zavazadlovým prostorem. V případě tříprostorových karosérií je vnitřní otevření víka zavazadelníku jediná možnost. Zadní sedadla oddělující zavazadlový prostor od prostoru pro posádku je možné ve většině případů odklopit pouze ze strany prostoru pro posádku. V USA je tedy možnost vnitřního otevření víka zavazadlového prostoru od roku 2002 povinné.

2.4 Objem zavazadlového prostoru

Objem zavazadlového prostoru je jeden z nejdůležitějších parametrů při výběru automobilu zákazníkem, to dokazuje především v Evropě jasný náskok karosérií typu kombi před ostatními v prodeji. Například právě v České republice v roce 2017 bylo podle Svazu dovozců automobilů prodáno 144 451 nových automobilů a z toho nejčastější provedení karoserie bylo kombi, což jednoznačně podporuje naše tvrzení.

V současné době, kdy je většina parametrů udávaných u automobilů svázaná přísnými normami a jejich striktnímu dodržování je i tak pro koncového zákazníka důležitý parametr jako objem zavazadlového prostoru spíše otázkou důvěry mezi ním a výrobcem. Žádná závazná metodika totiž neexistuje a tak si ji určují právě výrobci. Přitom právě tento parametr může hrát ve výsledném rozhodování při koupi automobilu klíčovou roli. Pro zákazníka, který není dobře obeznámený s touto problematikou pak mohou být srovnávané katalogové hodnoty udávané u automobilů silně zavádějící až nesmyslné a není možné tak jednotlivé automobily objektivně srovnat.

Pomocí 3D scanneru jsme schopni převést přesný tvar zavazadelníku do virtuálního prostředí programu jako například CAD, kde je tento software schopný spočítat objem asi nejpřesnějším způsobem. Realita ale překvapivě stále ve většině zůstává u konvenčnějších metod, kdy do prostoru ukládáme předměty o daných rozměrech nebo plníme „tekutinou“, z čehož je následně spočten výsledný objem.

(2.4.1) Základní objem zavazadlového prostoru

U osobních automobilů bývá nejčastěji objem zavazadlového prostoru udáván v základním a v rozšířeném uspořádání, tedy po sklopení zadních opěradel. Pokud je

automobil vybaven i třetí řadou sedadel, přibývá i hodnota třetí. To však ale neznamená, že je možné objektivně srovnávat skutečný objem zavazadelníku mezi automobily různých typů a výrobců. Nejsledovanějším parametrem je základní objem zavazadelníku, což znamená, že zadní sedadla jsou v takové poloze, aby na nich mohli sedět cestující. Na přesnější definici se ale výrobci neshodují. Může se zdát samozřejmé, že by se mělo jednat o prostor mezi podlahou zavazadelníku a spodkem rolety nebo plata, ale tento prostor bývá reálně často velmi malý, a proto někteří měří až po vrchní hranu zadních sedadel nebo dokonce až po stropnici. Větší automobily jsou dnes často vybaveny posuvnými zadními sedadly nebo sedadly s polohovatelnými opěradly, které může výrobce při měření objemu zavazadelníku nastavit tak, aby byl výsledný změřený objem co největší. To sice bývá v tabulkách výrobce uvedeno, ale samozřejmostí je, že výrobce používá hlavně tu nejvyšší hodnotu. Dalším zavádějícím faktem je, že do tohoto základního objemu někteří výrobci počítají také objemy schránek po stranách čalounění nebo pod podlahou a to v některých případech včetně prostoru pro rezervní kolo. To je papírově v pořádku, neboť se u některých automobilek jedná o volitelnou neboli příplatkovou položku, kterou není základní varianta (měřená) automobilu vybavena. To podporuje vyhláška, která neuvádí povinnost rezervního kola, pokud je auto vybaveno bezdemontážní opravnou sadou poškozené pneumatiky, pneumatikami RunFlat nebo zajištěnou asistenční službou.

(2.4.2) Rozšířený objem zavazadlového prostoru

V případě měření rozšířeného nazývaného také maximálního objemu zavazadlového prostoru je situace jednodušší. Jde o situaci, kdy se prostor po sklopení zadních sedadel zaplní předměty nahrazujícími reálný náklad až po stropnici automobilu. Vzniká zde ale samozřejmě také otázka, v jaké poloze jsou přední sedadla, která jsou posuvná ve směru podélné osy vozidla a jak jsou nastavena opěradla těchto sedadel. Je nutné si uvědomit, že takovéto využití prostoru pro náklad je opravdu pouze nouzové a to především z hlediska bezpečnosti jak aktivní, tak pasivní. Musí se počítat s jakousi neznalostí běžných uživatelů osobních automobilů při jeho plnění nákladem. Nesprávným naložením nebo přetížením takto naloženým automobilem silně ovlivňujeme aktivní i pasivní bezpečnost zmíněnou výše i přes to, že automobil poskytuje potřebný prostor. Proto by měla být tato hodnota brána jen velmi orientačně.

2.5 Používané metody měření objemu zavazadlového prostoru

(2.5.1) Metodika VDA

Metodiku VDA původně vydalo německé sdružení automobilového průmyslu Verband der Automobilindustrie. Později byla začleněna do mezinárodních norem ISO (ISO 3832) a je tak součástí německé normy DIN 70020 (Deutscher Institut für Normung). To znamená, že její použití můžeme očekávat od většiny německých výrobců automobilů, ale také dalších evropských, japonských a korejských výrobců. Při měření objemu se do prostoru ukládají dřevěné kvádry/bloky o rozměrech 200 x 100 x 50 mm, respektive 1 dm³. Setkáváme se téměř výhradně s objemem udávaným v litrech, ale to je hlavně kvůli zákazníkům a jejich lepší představivosti, kteří jsou z běžné praxe zvyklí na objem udávaný v litrech. Jinak decimetr krychlový a litr mají shodný objem.

Výpočet se provádí doslovným naplněním zavazadlového prostoru litrovými bloky. Největší dosažené množství bloků v zavazadelníku najednou je číslo VDA. Jedná se o jakousi nadrozměrnou skládačku s různými konfiguracemi stohování, které mohou ovlivnit výsledek, takže zdokonalování techniky stohování je nezbytné.

U vozů typu hatchback, kombi nebo SUV, které mají otevřený zavazadlový prostor, je v porovnání s plně uzavřeným zavazadlovým prostorem sedanu někdy v jedné technické datech vozidla uvedeno několik různých hodnot objemu. Jednalo by se o objem zavazadlového prostoru naplněný po horní okraj zadního sedadla, objem do této výšky se sklopenými zadními sedadly a maximální objem se sklopenými sedadly a naplněný až po stropnici. Pro relevantní srovnání karoserie s otevřeným a uzavřeným zavazadlovým prostorem je primární hodnota první.



Obrázek 16. Automobil Renault Megane Sport Tourer se zvýrazněným základním objemem zavazadlového prostoru (* bez prostoru pod podlahou) měřeného metodikou VDA. [8]

Některé automobilky rády prezentují hodně číselných hodnot a tak udávají hned několik hodnot objemu zavazadlového prostoru u jednoho modelu vozu podle daných norem VDA. Především francouzské automobilky mohou udávat objem jak dle VDA (dm^3), tak dle tekutinové metody měření objemu (l).

VDA 210

Objem zavazadlového prostoru měřený po horní okraj sedadel v základní poloze včetně nebo bez prostoru pod podlahou, podle toho zda je rezerva součástí základní výbavy nebo nikoliv.



Obrázek 17. Peugeot 308 SW – VDA 210 (dm^3) [11]

VDA 211

Objem zavazadlového prostoru měřený po horní okraj sedadel v základní poloze bez prostoru pod podlahou.



Obrázek 18. Peugeot 408 SW - VDA 211 (dm^3) [11]

VDA 212

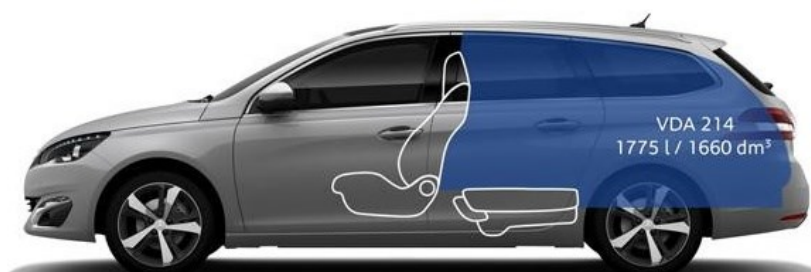
Objem zavazadlového prostoru měřený po sklopení sedadel, ale s výškou zachovanou jako u VDA 210 nebo 211 (výška horního okraje sedadel v základní poloze) včetně nebo bez prostoru pod podlahou, podle toho zda je rezerva součástí základní výbavy nebo nikoliv.



Obrázek 19. Peugeot 308 SW – VDA 212 (dm³) [11]

VDA 214

Objem zavazadlového prostoru měřený po sklopení sedadel s maximální výškou, tedy po stropnici včetně nebo bez prostoru pod podlahou, podle toho zda je rezerva součástí základní výbavy nebo nikoliv.



Obrázek 20. Peugeot 308 SW – VDA 214 (dm³) [11]

VDA 215

Objem zavazadlového prostoru měřený v základní poloze sedadel a maximální výškou, tedy po stropnici včetně nebo bez prostoru pod podlahou, podle toho zda je rezerva součástí základní výbavy nebo nikoliv.



Obrázek 21. Peugeot 308 SW – VDA 215 (dm³) [11]

(2.5.2) Tekutinová metoda

Jedná se o metodu vzniklou a používanou ve Francii. Nejedná se o doslovné plnění prostoru tekutinou, ale plní se malými míčky, které se dostanou na rozdíl od pevných kvádrů do všech zákoutí. Míčky mívají nejčastěji průměr shodný s pingpongovými míčky, tedy 40 mm. K počtu míčků a jejich objemu je dále nutné dopočítat objem prostoru vzniklý mezi jednotlivými dotýkajícími se míčky. Z toho plyne, že se výrobci podaří dostat z měření vyšších hodnot, které může použít v propagačních materiálech viz. Obrázek 17. až 21. Objem se udává v litrech. I když se jedná o praktické měření, bylo by možné jej nahradit již výše zmíněným naskenováním zavazadlového prostoru 3D skenerem a po přenesení do virtuálního prostředí spočítat přesný objem naskenovaného prostoru pomocí softwaru, k čemuž některé automobilky již přechází. Každopádně jeden z vývojářů automobilky Ford vysvětluje, že "Míčky jsou přesnější než praktická měřidla pro měření objemu nepravidelných prostor“.



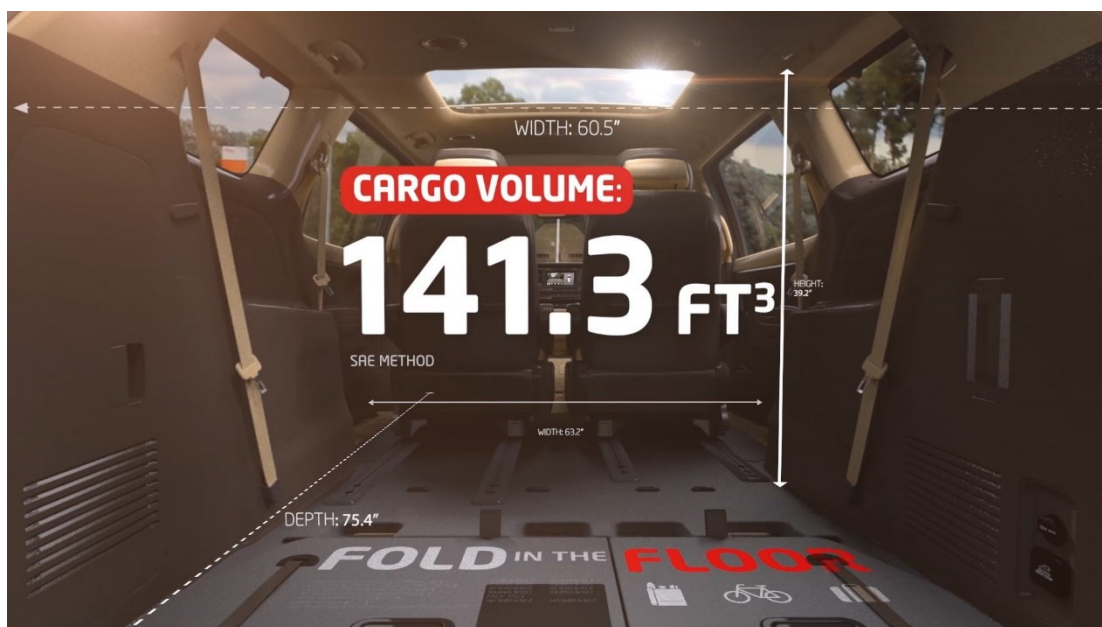
Obrázek 22. Použití míčků o průměru 40mm při měření nepravidelných prostorů v interiéru automobilu. [12]

(2.5.3) Metodika SAE

SAE existuje již více než 40 let a byl navržen americkou společností Society of Automotive Engineers (SAE). Tuto techniku také proto využívají především američtí výrobci automobilů. Tato metoda asi nejlépe reflektuje reálnou využitelnost zavazadlového prostoru v praxi, protože jde o ukládání kvádrů o různých velikostech simulujících skutečná zavazadla, ale výsledná naměřená hodnota bude z výše uvedených metod zde ta nejmenší a tedy i marketingově nejméně zajímavá. Objem se udává v litrech.

Jádrem této metody je postupné ukládání sedmi druhů kvádrů o objemu 6 až 67 litrů do zavazadlového prostoru. Používá se také ekvivalent golfového bagu (zde je patrná odlišnost požadavků spotřebitelů). Jejich ukládání začíná od těch největších, menší kvádry je možné ukládat až ve chvíli, kdy se ty větší už nikam nevejdou.

U otevřených zavazadlových prostorů (karoserie typu hatchback, SUV, kombi, atd.) se může objevit také hodnota nazývaná Cargo Volume Index (můžeme chápat jako index přepravního objemu), která se vypočítává vynásobením rozměrů výšky, šířky a délky mezi určitými body v zavazadelníku, ty jsou závislé na typu karoserie vozidla. Tato hodnota se měří v základním uspořádání (nebo po sklopení třetí řady sedadel pokud je jí automobil vybaven) a je uváděna v metrech krychlových nebo stopách krychlových. Můžeme se s ní setkat například u vozidel s karoserií typu SUV výrobců Dodge nebo Jeep (Jeep Cherokee nabízí Cargo Volume Index 0,7 m³).



Obrázek 23. Cargo Volume měřená metodou SAE o hodnotě 141,3 stopy krychlové / 4 m³ automobilu 2015 KIA Sedona po sklopení třetí řady sedadel do podlahy. [13]

3. POSOUZENÍ METODIK URČOVÁNÍ VELIKOSTI ZAVAZADLOVÉHO PROSTORU

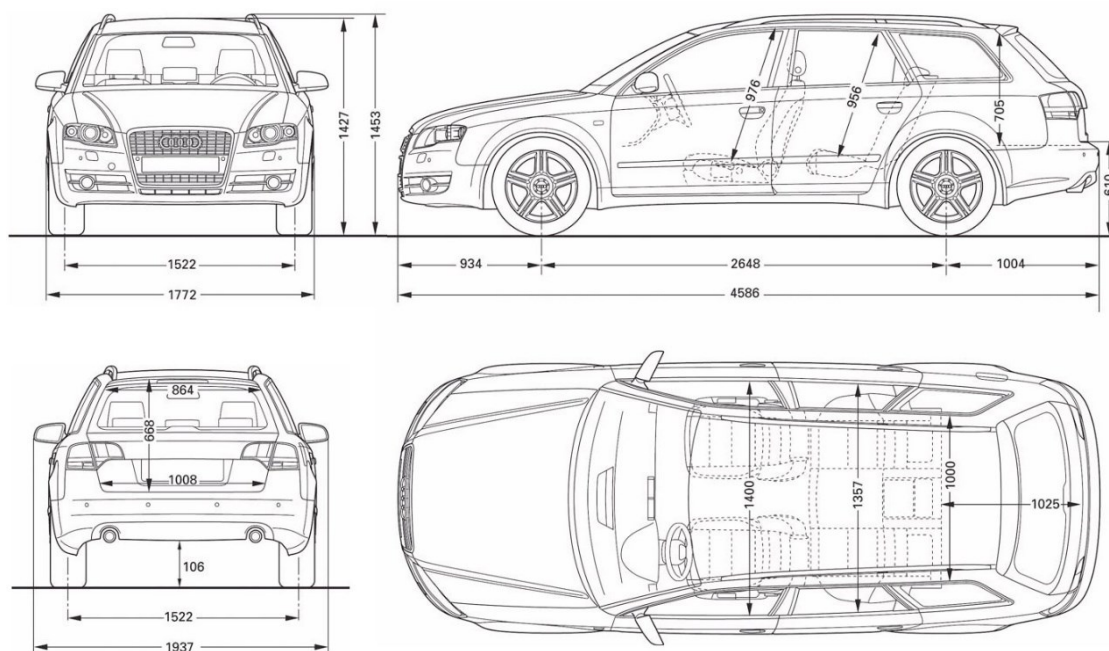
3.1 Virtuální model zavazadlového prostoru

V posuzování metodik měření objemu zavazadlových prostorů se budeme ubírat modernější metodou oproti praktickým zkouškám výrobců automobilů a to vytvořením zavazadlového prostoru ve virtuálním prostředí programu Autodesk Inventor. V našich podmínkách není možné zjistit přesný tvar zavazadelníku pomocí skeneru, a proto proběhne praktické měření. Při posuzování metodik byla pozornost soustředěna výhradně na základní objem zavazadlového prostoru, jelikož jde o nejdůležitější údaj týkající se zavazadelníků. Jako výchozí reálné zavazadlové prostory byly vybrány zavazadelníky dvou automobilů odlišných tříd, za účelem zdůraznění rozdílů mezi výsledky u různých typů a tříd automobilů. Jako představitel automobilů kombi střední třídy je vybrána Audi A4 Avant, tento automobil máme dlouhodobě k dispozici a byl zvolen právě kvůli jeho jednodušším a pravidelným tvarům čalounění zavazadlového prostoru bez postranních kapes, prolisů a podobně známých z většiny současných automobilů s karoserií typu kombi, což pomáhá i k přesnosti měření a zjednodušuje přenesení těchto tvarů do virtuálního prostředí. Jako představitel populární kategorie malých vozů byla zvolena Škoda Fabia druhé generace ve variantě hatchback, která byla rovněž dlouhodobě k dispozici za účelem zkoumání zavazadlového prostoru, kde na rozdíl od Audi má čalounění a výplně zavazadelníku s prolisy s nepravidelnými tvary, které slouží především ke vzniku co největšího celkového objemu. Tyto odlišné automobily budou použity pro získání potřebných rozměrů v zavazadlovém prostoru a jejich přenesení do prostředí programu Inventor a následnému vytvoření virtuálních modelů těchto zavazadelníků.

(3.1.1) Audi A4 Avant

Vybraný automobil značky Audi s označením A4 Avant v generaci označované jako B7 je v Evropě velmi populární automobil vyráběný v letech 2004 až 2008. Jedná se o automobil s karoserií typu kombi řadící se do střední třídy. Model A4 je nejdůležitějším a nejprodávanějším modelem této automobilky podobně jako například Octavia pro Škodovku. Na rozdíl od většiny svých konkurentů nepodlehlo Audi A4 mezigeneračním zvětšováním rozměrů a tak se jedná o jedno z nejmenších kombi své třídy. Čalounění a

výplně boků zavazadlových prostorů automobilů středních tříd, především s karoserií typu kombi vynikají pravidelným a uhlazeným tvarováním.



Obrázek 24. Rozměry automobilu Audi A4 Avant 2005 (B7). [7]

Tabulka 1. Porovnání s konkurencí – kombi střední třídy.

Automobily střední třídy typu kombi	základní objem zavazadlového prostoru [l]	rozšířený / maximální objem zavazadlového prostoru [l]
Audi A4 Avant	442	1184
Škoda Superb	603	1835
Volkswagen Passat	603	1731
BMW řady 3 Touring	460	1385
Mercedes třídy C Kombi	470	1384

Tabulka 2. Základní technická data automobilu Audi A4 Avant. [technický průkaz vozidla]

Hlavní informace		Motor (vznětový)	
výrobce	Audi	výkon	103 kW / 4000 ot.
model	A4 Avant	točivý moment	320 Nm / 1750-2500 ot.
generace	B7 8E	pozice	vpředu / podélně uložený
pohonná jednotka	2.0 TDI (103 kW)	zdvihový objem	1986 cm ³
typ karoserie	kombi	počet válců	4 / řadový
počet sedadel	5	přepínání	turbodmychadlo
počet dveří	5	ventilový rozvod	OHC
Objem a hmotnost			
provozní hmotnost		1565 kg	
největší technicky přípustná/povolená hmotnost		2110 kg	
maximální zatížení střechy		75 kg	
největší technicky přípustná/povolená hmotnost přípojného vozidla brzděného		1600 kg	
největší technicky přípustná/povolená hmotnost přípojného vozidla nebrzděného		750 kg	
základní objem zavazadlového prostoru (VDA)		442 l	
maximální / rozšířený objem zavazadlového prostoru (VDA)		1184 l	

Tento automobil byl již v základní specifikaci vybaven plnohodnotným rezervním kolem, což znamená, že prostor pro rezervu není možné započíst do celkového objemu zavazadlového prostoru.



Obrázek 25. Konkrétní použitý automobil Audi A4 Avant.



Obrázek 26. Zavazadlový prostor automobilu Audi A4 Avant ve dvou pohledech.

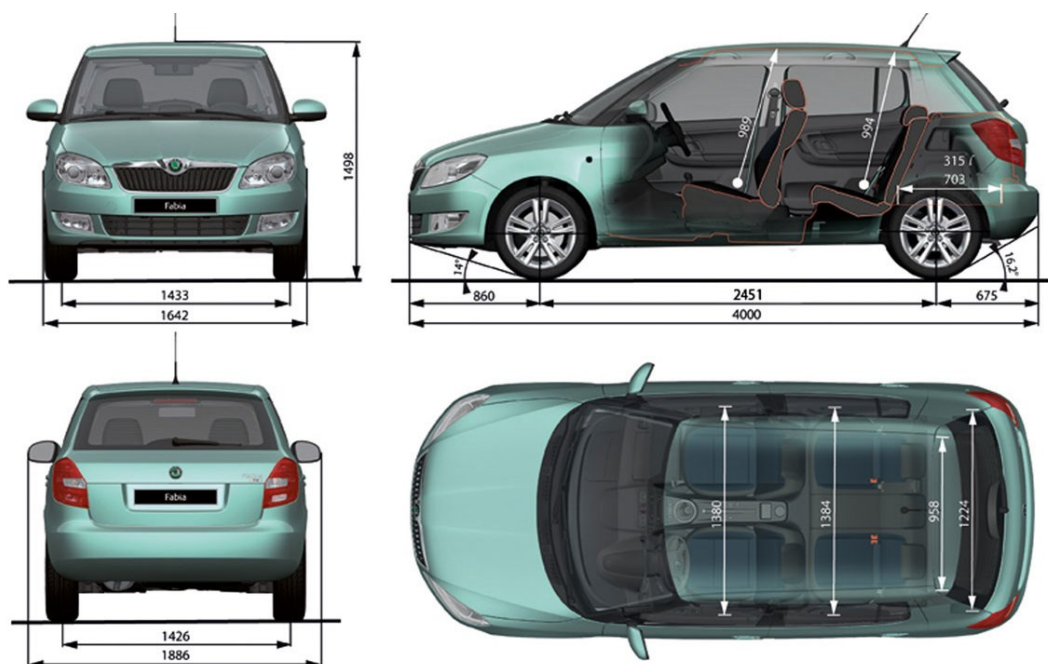
I přes skutečnost přítomnosti plnohodnotného rezervního kola má zavazadelník v základní specifikaci dvojitou podlahu. Hlavním účelem dvojité podlahy je snížení rozdílu výšky mezi ní a nákladovou hranou. Tedy prostor mezi podlahou a prostorem pro rezervní kolo se započítává do celkového objemu zavazadelníku.



Obrázek 27. Meziprostor pod podlahou zavazadelníku Audi A4 Avant po odstranění podlahy.

(3.1.2) Škoda Fabia 2 FaceLift

Vybraný automobil značky Škoda s označením Fabia v druhé generaci označované jako 5J je populární automobil ve třídě malých vozů v celé Evropě a v této generaci byl prodáván také v Asii. Díky tomu se stal druhým nejprodávanějším modelem automobilky Škoda. Jedná se o automobil s pětidvéřovou karosérií typu hatchback. Použitý automobil byl verzí po modernizaci/faceliftu vyráběný v letech 2010 až 2014. Ačkoli tento model mezigeneračně rozměrově nijak výrazně nenarostl, tak výrobce udává nárůst základního objemu zavazadlového prostoru oproti předchozí generaci o 40 litrů, tedy na 300 litrů a ve verzi po modernizaci až 315 litrů, což způsobuje zrušení rezervního kola u základní specifikace. V níže vypracovaném srovnání s konkurencí to znamená, že se jedná o jeden z automobilů s největším zavazadlovým prostorem ve své třídě. Automobil použitý pro měření a následné vytvoření virtuálního modelu zavazadelníku byl vybaven rezervním kolem a tak nebylo možné prostor pro rezervní kolo uvažovat do celkového základního objemu zavazadlového prostoru. Měli bychom se tedy v měření metodou VDA dostat na 300 litrů objemu zavazadelníku.



Obrázek 28. Rozměry automobilu Škoda Fabia 2 FL (5J). [10]0

Tabulka 3. Porovnání hodnot objemů zavazadelníků s konkurencí – malé vozy. [10]

Malé vozy s pětivéřovou karoserií typu hatchback	základní objem zavazadlového prostoru [l]	rozšířený/maximální objem zavazadlového prostoru [l]
Škoda Fabia FL	315	1180
Volkswagen Polo	280	952
Seat Ibiza	292	847
Opel Corsa	285	1050
Toyota Yaris	286	856

Tabulka 4. Základní technická data použitého automobilu Škoda Fabia 2 FL. [technický průkaz vozidla]

Hlavní informace		Motor (vznětový)	
výrobce	Škoda	výkon	66 kW / 4200 ot.
model	Fabia	točivý moment	230 Nm / 1500-2500 ot.
generace	2 (5J)	pozice	vpředu / příčně uložený
pohonná jednotka	1,6 TDI (55 kW)	zdvihový objem	1598 cm ³
typ karoserie	hatchback	počet válců	4 / řadový
počet sedadel	5	přepínování	turbodmychadlo
počet dveří	5	ventilový rozvod	OHC
Objem a hmotnost			
provozní hmotnost		1204 kg	
největší technicky přípustná/povolená hmotnost		1659 kg	
maximální zatížení střechy		75 kg	
největší technicky přípustná/povolená hmotnost přípojného vozidla brzděného		0 kg	
největší technicky přípustná/povolená hmotnost přípojného vozidla nebrzděného		0 kg	
základní objem zavazadlového prostoru (VDA)		315 l	
maximální /rozšířený objem zavazadlového prostoru (VDA)		1180 l	



Obrázek 29. Konkrétní použitý automobil Škoda Fabia 2 FL edice Monte Carlo.

Na rozdíl od předchozího automobilu střední třídy zde museli konstruktéři využít každého dostupného místa v zavazadelníku pro maximalizaci jeho celkového objemu. To se podepisuje především na složitém tvarování bočních výplní (viz. Obrázek 27.) a také minimalizaci čalounění pátých dveří.



Obrázek 30. Zavazadlový prostor automobilu Škoda Fabia 2 FL ve dvou pohledech.

(3.1.3) Praktické měření

Skenování zavazadlového prostoru skenerem nahrazuje praktické měření jeho jednotlivých rozměrů a jejich značení do nákresů. Díky poměrně pravidelným tvarům čalounění zavazadlového prostoru výchozích automobilů jsme schopni získat potřebné hodnoty v jednotlivých určených bodech, které potřebujeme k vytvoření virtuálního modelu. Za účelem maximalizace přesnosti měření v našich podmínkách bylo použito množství pomůcek.

Seznam pomůcek použitých při měření:

- svinovací metr 2 m
- pravítko 500 mm
- průmyslový úhloměr 230x500 mm
- digitální úhlové pravítko
- úhelník hliníkový 300 mm
- posuvné měřidlo analogové 200 mm
- maskovací páska 25 mm x 50 m
- maskovací páska 50 mm x 50 m
- Centropen oboustranný

Při praktickém měření byly ověřeny rozměry zavazadlového prostoru udávané výrobcem u základních rozměrů automobilu (viz. Obrázek 24. a 25.), ty posloužily také jako ověření správnosti naměřených hodnot, případně k výpočtu dalších rozměrů.

Z důvodů nepřesností usazení jednotlivých panelů čalounění a částí interiéru automobilu bylo nutné některé rozměry měřit ve více bodech s následným zprůměrováním a zaokrouhlením za účelem získání relevantních hodnot pro použití u tvorby virtuálního modelu.

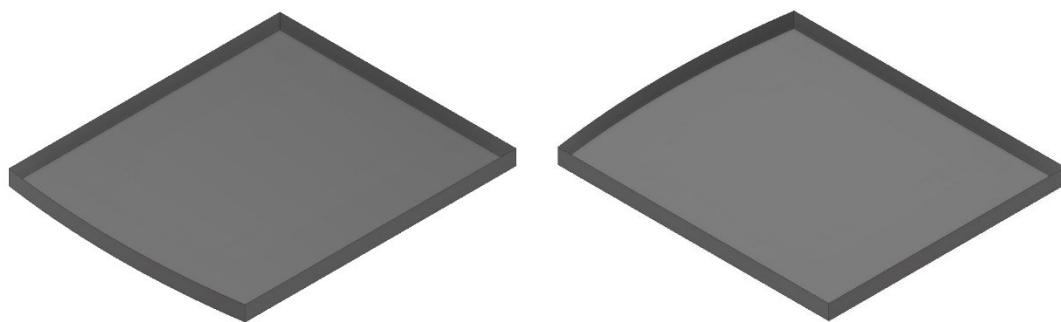
(3.1.4) Vznik virtuálního modelu zavazadlového prostoru

Na základech hodnot získaných praktickým měřením zavazadlových prostorů výchozích automobilů byly vytvořeny dva virtuální modely (jeden z nich se skládá ze dvou) tak aby parametry odpovídaly VDA 210, tedy základnímu objemu zavazadlového prostoru měřeného po horní okraj sedadel nebo plato v základní poloze a v případě Audi i meziprostorem pod podlahou. Parametry odpovídající VDA 210 byly zvoleny právě proto, že se jedná o pro spotřebitele nejdůležitější hodnotu týkající se zavazadelníků. Některé hodnoty při modelování zavazadlového prostoru, které v praxi nebylo možné přesně určit, byly odhadnuty, tak aby bylo dosaženo co nejpřesnější podoby s výchozím reálným prostorem. Jedná se především o zaoblení hran a podobné detaily, které ale mají na celkový objem prostoru zanedbatelný vliv, což bylo vyzkoušeno výpočty objemu celého prostoru před a po vytvoření těchto zaoblení hran a také zkouškou více parametrů zaoblení.

Model zavazadlového prostoru Audi A4 Avant



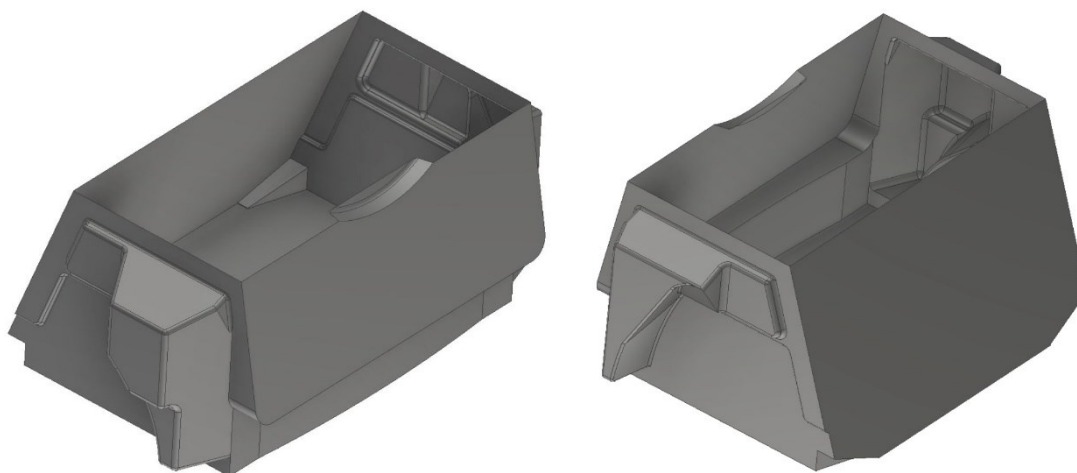
Obrázek 31. Model zavazadlového prostoru automobilu Audi A4 Avant bez meziprostoru pod podlahou.



Obrázek 32. Model meziprostoru pod podlahou zavazadlového prostoru automobilu Audi A4 Avant.

Při tvorbě modelu meziprostoru pod podlahou zavazadelníku byly zanedbány nízké prolisy na jeho dně, které mají spíše estetický účel pro optické rozbití plochy nežli praktický.

Model zavazadlového prostoru Škody Fabia 2 FL



Obrázek 33. Model zavazadlového prostoru automobilu Škoda Fabia 2 FL.

3.2 Simulace tekutinové metody

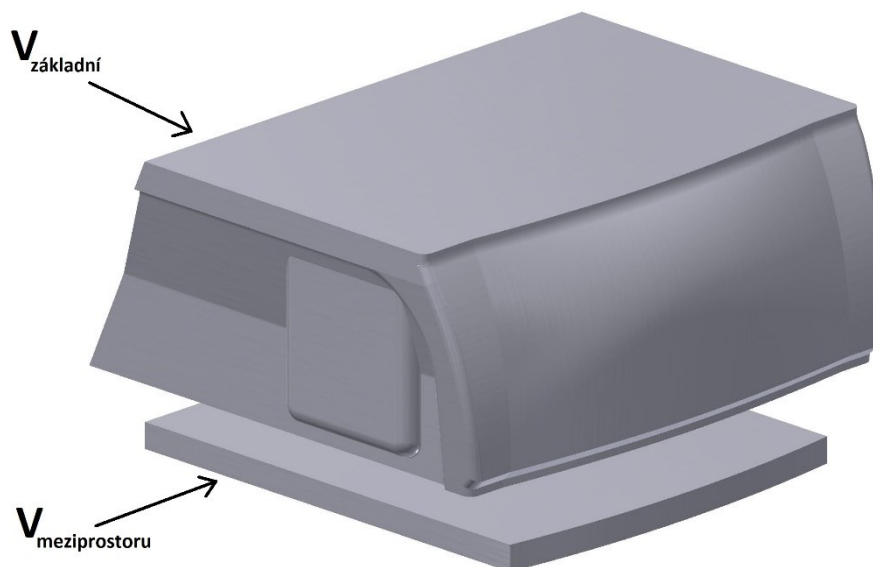
Při počítačové simulaci tekutinové metody měření objemu zavazadlového prostoru se postupovalo následovnými kroky:

- 1) Z modelu zavazadlového prostoru byl vytvořen příslušnými funkcemi programu Inventor plný objekt.
- 2) Pomocí funkce iVlastnosti / fyzikální objektu byl softwarem vypočten jeho objem v milimetrech krychlových (s relativní chybou 0,05%).
- 3) Výsledný objem převedeme podle vzorce: $V[l] = \frac{V [mm^3]}{1\,000\,000}$ na objem v litrech, za předpokladu, že platí rovnice $1\,l = 1\,dm^3$.

(3.2.1) Simulace tekutinové metody Audi A4 Avant

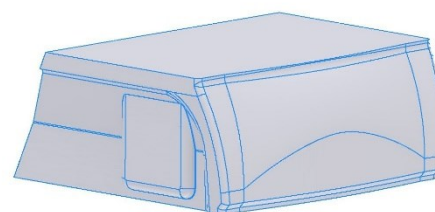
Při výpočtu celkového objemu zavazadlového prostoru automobilu Audi bylo postupováno dle výše zmíněného postupu, ale díky rozdělení prostoru reálného automobilu podlahou na základní prostor a meziprostor pod podlahou musíme objem každého prostoru vypočíst zvlášť a následně je sečíst.

$$V = V_{\text{základní}} + V_{\text{meziprostoru}}$$



Obrázek 34. Celkový objem zavazadlového prostoru Audi A4 Avant skládající se ze základního objemu a objemu meziprostoru.

Obecné vlastnosti			
		Těžiště	
Hmotnost	434,343 kg (Relativní)	X	488,069 mm (Relativní)
Povrch	3741316,243 mm ²	Y	222,012 mm (Relativní)
Objem	434342548,628 mm ³	Z	-3,145 mm (Relativní)



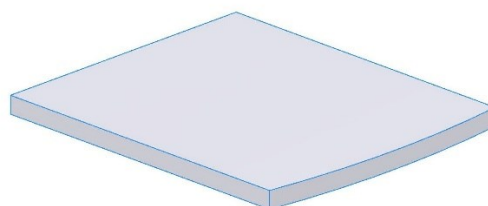
Obrázek 35. Výpočet objemu tělesa základního objemu zavazadelníku softwarem.

Převedení objemu v milimetrech krychlových na objem v litrech:

$$V_{\text{základní}} = \frac{434342548,628}{1\,000\,000}$$

$$V_{\text{základní}} = 434,34 \text{ litrů}$$

Obecné vlastnosti			
		Těžiště	
Hmotnost	40,474 kg (Relativní c	X	407,500 mm (Relativní
Povrch	1738838,273 mm ²	Y	477,553 mm (Relativní
Objem	40473818,063 mm ³	Z	26,000 mm (Relativní



Obrázek 36. Výpočet objemu tělesa meziprostoru zavazadelníku softwarem.

Převedení objemu v milimetrech krychlových na objem v litrech:

$$V_{\text{meziprostoru}} = \frac{40473818,063}{1\,000\,000}$$

$$V_{\text{základní}} = 40,47 \text{ litrů}$$

Celkový objem zavazadlového prostoru automobilu Audi A4 Avant dle simulace tekutinové metody:

$$V = V_{\text{základní}} + V_{\text{meziprostoru}}$$

$$V = 434,34 + 40,47$$

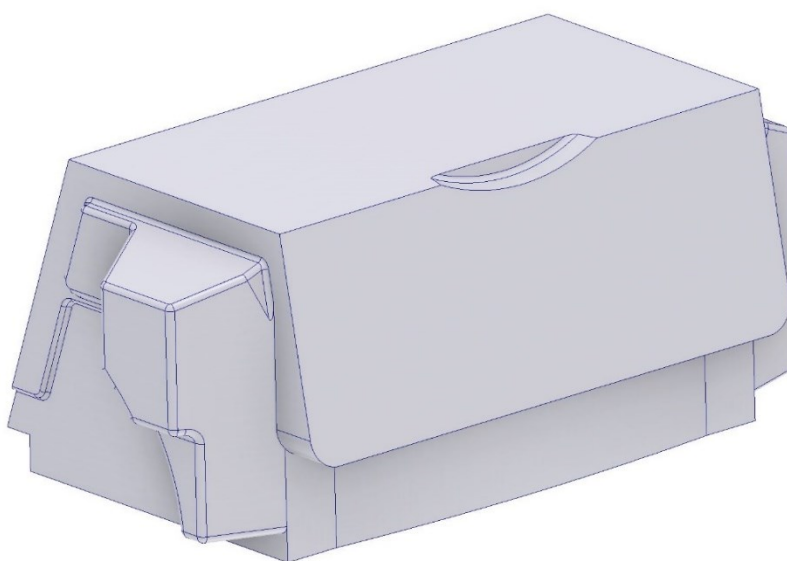
$$V = 474,8 \text{ litrů}$$

Jelikož u tekutinové metody jde o zjištění maximálního objemu prostoru, můžeme vypočtenou hodnotu 474,8 litrů uvažovat jako stoprocentní objem daného prostoru, to znamená, že od této hodnoty bude odvozen procentuální podíl naměřených hodnot jiných metod.

Tabulka 5. Porovnání hodnoty dané výrobcem a vypočtené dle tekutinové metody.

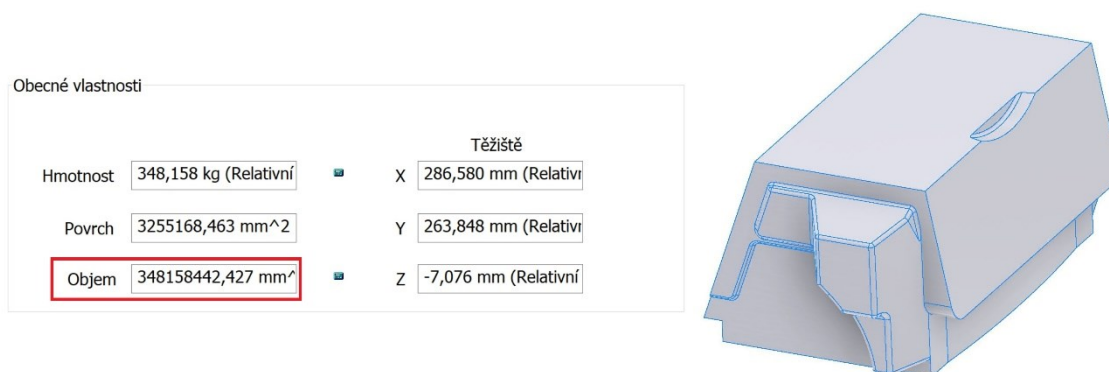
Audi A4 Avant		
metoda měření	objem [l]	podíl [%]
tekutinová metoda	474,8	100
VDA dle výrobce	442	93,1

(3.2.2) Simulace tekutinové metody Škoda Fabia 2 FL



Obrázek 37. Celkový objem zavazadlového prostoru Škody Fabia 2 FL.

Při výpočtu celkového objemu zavazadlového prostoru automobilu Škoda bylo postupováno přesně dle výše zmíněného postupu.



Obrázek 38. Výpočet objemu tělesa základního objemu a v tomto případě i celkového objemu zavazadelníku softwarem.

Převedení objemu v milimetrech krychlových na objem v litrech:

$$V = \frac{348158442,427}{1\,000\,000}$$

$$V = 348,2 \text{ litrů}$$

Stejně jako v předchozím případě jde u tekutinové metody o zjištění maximálního objemu prostoru, vypočtenou hodnotu 348,2 litrů tedy uvažujeme jako stoprocentní objem daného prostoru a od této hodnoty bude odvozen procentuální podíl naměřených hodnot jiných metod.

Tabulka 6. Porovnání hodnoty dané výrobcem a vypočtené dle tekutinové metody.

Škoda Fabia 2 FL		
metoda měření	objem [l]	podíl [%]
Tekutinová metoda	348,2	100
VDA dle výrobce	315	90,5

3.3 Simulace metody VDA

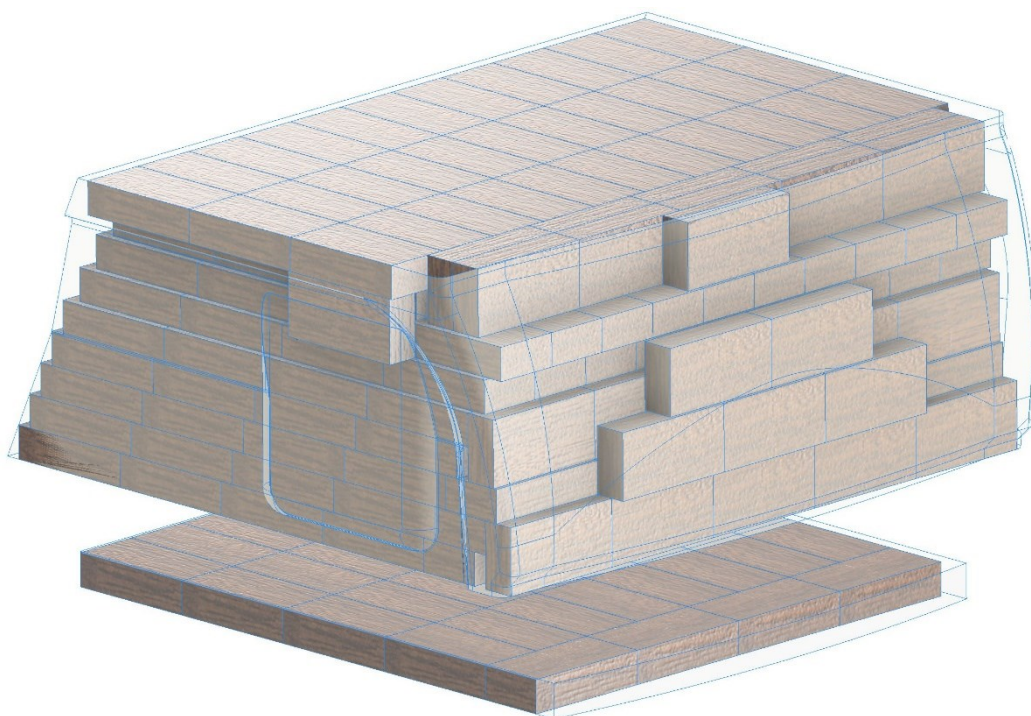
Při počítačové simulaci metody VDA měření objemu zavazadlového prostoru se postupovalo následovnými kroky:

- 1) Byl vytvořen model kvádrů o předepsaných rozměrech 200x100x50 mm, tedy objemu 1 litru, dále nazývaný jako „VDA kvádr“.

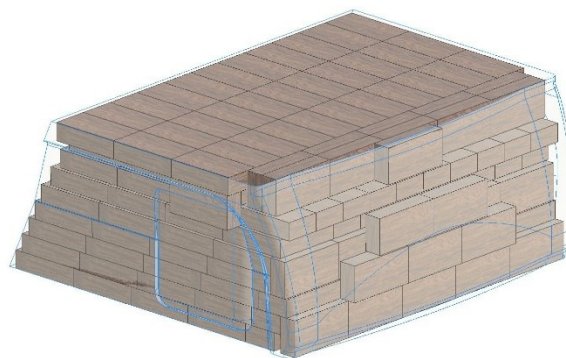
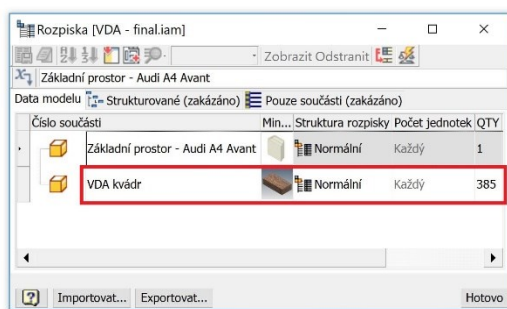
- 2) Do nového souboru sestavy (.iam) v programu Inventor byl vložen model zavazadlového prostoru (Obrázek 26.).
- 3) Do vytvořeného souboru sestavy byly postupně vkládány modely VDA kvádrů a postupně ukládány pomocí vazeb tak, aby se simulovalo reálné nakládání kvádrů do zavazadlového prostoru.
- 4) V některých situacích bylo nutné vyzkoušet více způsobů uložení VDA kvádrů za účelem uložení jejich maximálního počtu.
- 5) Výsledný počet kvádrů odpovídá výslednému objemu zavazadlového prostoru v litrech dle metody VDA.

(3.3.1) Simulace metody VDA Audi A4 Avant

U automobilu Audi A4 Avant se opakuje stejný postup vypočtení celkového objemu zavazadlového prostoru jako u tekutinové metody, tedy vypočtení objemu dvou daných prostorů a jejich následné sečtení a dosažení tak celkového základního objemu zavazadlového prostoru.

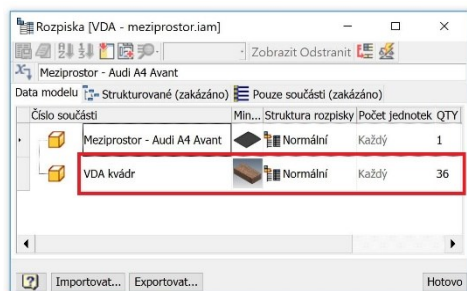


Obrázek 39. Celkový základní prostor zavazadlového prostoru vyplněný maximálním počtem VDA kvádrů.



Obrázek 40. Základní prostor zavazadelníku Audi A4 Avant vyplněný VDA kvádry s rozpiskou sestavy.

Do základního prostoru zavazadelníku automobilu Audi A4 Avant bylo naskládáno 385 VDA kvádrů, což znamená, že jeho objem dle metody VDA je 385 litrů.



Obrázek 41. Meziprostor zavazadelníku Audi A4 Avant vyplněný VDA kvádry s rozpiskou sestavy.

Do meziprostoru zavazadelníku automobilu Audi A4 Avant bylo naskládáno 36 VDA kvádrů, což znamená, že jeho objem dle metody VDA je 36 litrů.

Celkový objem základního objemu zavazadlového prostoru bude vypočten dle stejného vzorce jako u tekutinové metody:

$$V = V_{\text{základní}} + V_{\text{meziprostoru}}$$

$$V = 385 + 36$$

$$V = 421 \text{ litrů}$$

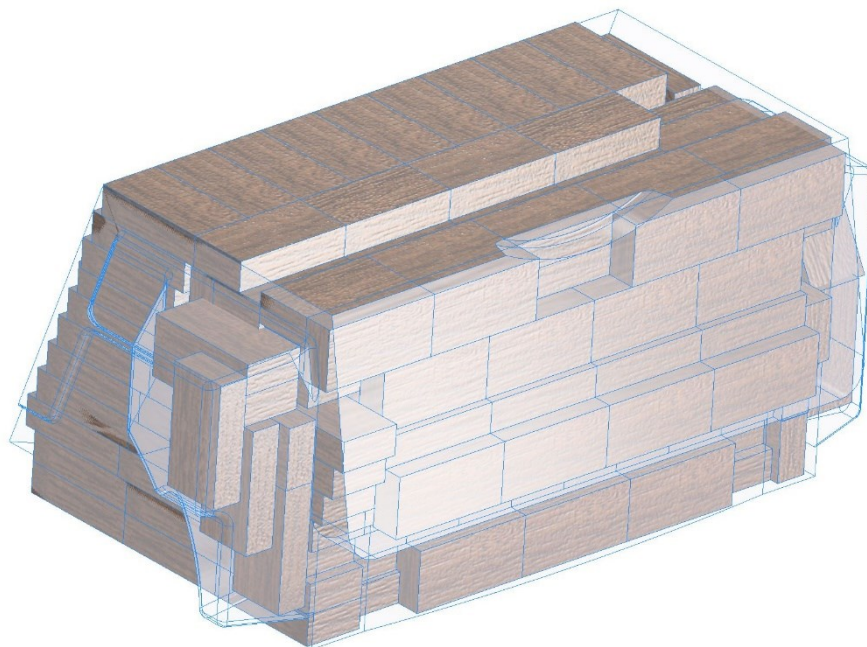
Simulací měření objemu zavazadelníku Audi A4 Avant dle metody VDA bylo dosaženo celkového základního objemu 421 litrů, což je o 21 litrů méně než udává výrobce.

Tabulka 7. Porovnání vypočtené hodnoty dle VDA s hodnotou danou výrobcem a tekutinovou metodou.

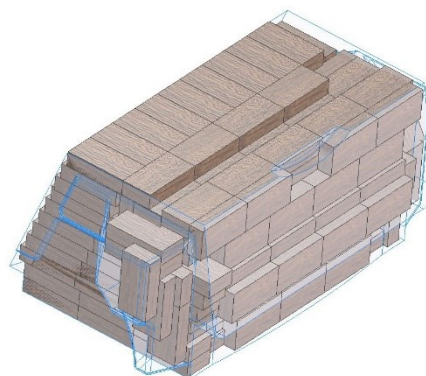
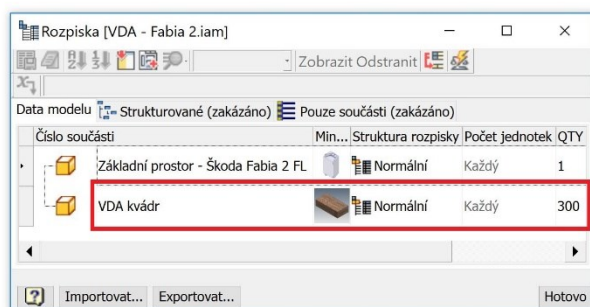
Audi A4 Avant		
metoda měření	objem [l]	podíl [%]
tekutinová metoda	474,8	100
VDA dle výrobce	442	93,1
VDA	421	88,7

(3.3.2) Simulace metody VDA Škoda Fabia 2 FL

U automobilu Škoda Fabia se opakuje stejný postup vypočtení celkového objemu zavazadlového prostoru jako u tekutinové metody, tedy vypočtení základního objemu, zde ale pomocí uložení maximálního možného počtu VDA kvádrů.



Obrázek 43. Základní prostor zavazadlového prostoru vyplněný maximálním počtem VDA kvádrů.



Obrázek 42. Základní prostor zavazadelníku Škoda Fabia 2 FL vyplněný VDA kvádry s rozpisem sestavy.

Simulací měření objemu zavazadelníku Škody Fabia 2 FL dle metody VDA bylo dosaženo celkového základního objemu 300 litrů, což se shoduje s údajem daným výrobcem. Je nutné si uvědomit, že použité vozidlo bylo vybaveno rezervním kolem.

Tabulka 8. Porovnání vypočtené hodnoty dle VDA s hodnotou danou výrobcem a tekutinovou metodou.

Škoda Fabia 2 FL		
metoda měření	objem [l]	podíl [%]
Tekutinová metoda	348,2	100
VDA dle výrobce	315	90,5
VDA	300	86,2

3.4 Metoda přepravního objemu zavazadlového prostoru

Tato vytvořená metoda měření objemu zavazadlového prostoru vznikla za účelem přiblížení reálného využitelného prostoru v praxi v zavazadelníku automobilu koncovému zákazníkovi a tak i ulehčení výběru vhodného automobilu. Je inspirována americkou metodou SAE, která využívá několik určitých velikostí kvádrů vkládaných do zavazadelníku, které mají reflektovat reálná zavazadla. Využívá se zde také část evropské metodiky, převzatý byl kvádr typu VDA, který tvoří ten nejmenší druh.

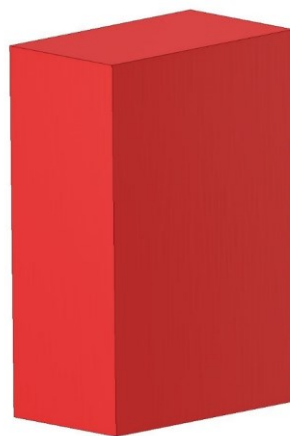
(3.4.1) Ekvivalenty reálných zavazadel

Za účelem přiblížení výsledků této metody k praxi bylo navrženo pět druhů měřících kvádrů o objemu 1 až 114,2 litrů, které mají sloužit jako vhodné ekvivalenty reálným zavazadlům používaným uživateli osobních automobilů. Čerpáme především z praxe a jako tři největší druhy kvádrů jsou zvoleny ekvivalenty cestovních kufrů o třech velikostech běžně nabízených na trhu (L, M a S). U čtvrtého druhu kvádrů se jedná o ekvivalent průměrné brašny na notebook nebo laptop a dokumenty, což se v praxi vyskytuje jako velmi časté zavazadlo. Posledním, tedy pátým druhem reprezentujícím drobné předměty, je kvádr převzatý z VDA metody.

K vytvoření relevantních ekvivalentů zavazadel byl vypracován průzkum běžně nabízených zavazadel různých výrobců a typů v jednotlivých třídách za účelem získání výsledných průměrných rozměrů jednotlivých druhů zavazadel. Pomocí získaných vnějších rozměrů a z nich také vypočtených objemů byly vytvořeny jejich virtuální modely.

Tabulka 9. Průzkum a výpočet ekvivalentu cestovního kufru velikosti L a vyobrazení jeho modelu.

Cestovní kufrы velikosti L				
Typ cestovního kufru	výška [mm]	šířka [mm]	hloubka [mm]	objem [l]
Yearz Traffic L	750	470	300	105,8
Travelite City 4W L	770	490	320	120,7
Travelite Vector 4W L	770	510	280	110,0
Dielle L	760	480	290	105,8
Travelite Nova 4W L	750	500	300	112,5
March Cosmopolitan L	770	540	300	124,7
Travelite Kosmos 4W L	770	520	290	116,1
SCION L	760	480	280	102,1
March Omega L	780	550	300	128,7
Travelite Vinda 4W L	760	510	300	116,3
Průměrná hodnota	764	505	296	114,2
Největší objem kufru v prostoru				128,7
Nejmenší objem kufru v prostoru				102,1



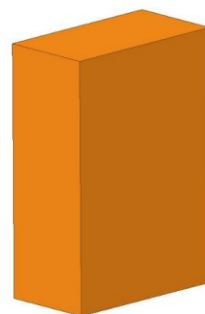
Tabulka 10. Průzkum a výpočet ekvivalentu cestovního kufru velikosti M a vyobrazení jeho modelu.

Cestovní kufrы velikosti M				
Typ cestovního kufru	výška [mm]	šířka [mm]	hloubka [mm]	objem [l]
Yearz Traffic M	650	400	250	65,0
Travelite City 4W M	680	440	280	83,8
Travelite Vector 4W M	640	460	270	79,5
Dielle M	680	460	260	81,3
Travelite Nova 4W M	660	450	260	77,2
March Cosmopolitan M	660	460	250	75,9
Travelite Kosmos 4W M	670	450	270	81,4
SCION M	600	410	250	61,5
March Omega M	680	440	260	77,8
Travelite Vinda 4W M	660	460	260	78,9
Průměrná hodnota	658	443	261	76,1
Největší objem kufru v prostoru				83,8
Nejmenší objem kufru v prostoru				61,5



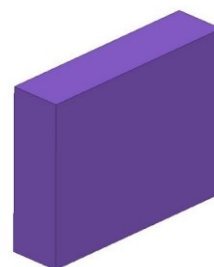
Tabulka 11. Průzkum a výpočet ekvivalentu cestovního kufru velikosti S a vyobrazení jeho modelu.

Cestovní kufrы velikosti S				
Typ cestovního kufru	výška [mm]	šířka [mm]	hloubka [mm]	objem [l]
Yearz Traffic S	550	350	200	38,5
Travelite City 4W S	550	400	200	44,0
Travelite Vector 4W S	550	400	200	44,0
Dielle S	550	370	200	40,7
MADISSON 4W S	550	390	200	42,9
March Gotthard S	550	400	200	44,0
Travelite Kosmos 4W S	550	390	200	42,9
SCION S	540	350	200	37,8
March Omega S	550	350	200	38,5
March New Carat S	550	350	200	38,5
Průměrná hodnota	549	375	200	41,2
Největší objem kufru v prostoru				44,0
Nejmenší objem kufru v prostoru				37,8



Tabulka 12. Průzkum a výpočet ekvivalentu brašny a vyobrazení jeho modelu.

Brašny na notebooky a dokumenty				
Typ brašny	výška [mm]	šířka [mm]	hloubka [mm]	objem [l]
Dicota BASE	451	336	63	9,5
Samsonite Spectrolite 2	480	340	280	45,7
Hama Miami Life	450	410	100	18,5
Samsonite Qibyte Laptop	450	320	120	17,3
Case Logic	464	394	79	14,4
BELKIN Clamshell Business	500	424	110	23,3
Hama Marseille	450	340	60	9,2
Dicota BASE XX	450	310	85	11,9
Dicota Top Traveller PR	430	330	150	21,3
Hama Sportsline Border	460	380	70	12,2
Průměrná hodnota	459	358	112	18,4
Největší objem brašny v prostoru				45,7
Nejmenší objem brašny v prostoru				9,2



(3.4.2) Postup měření

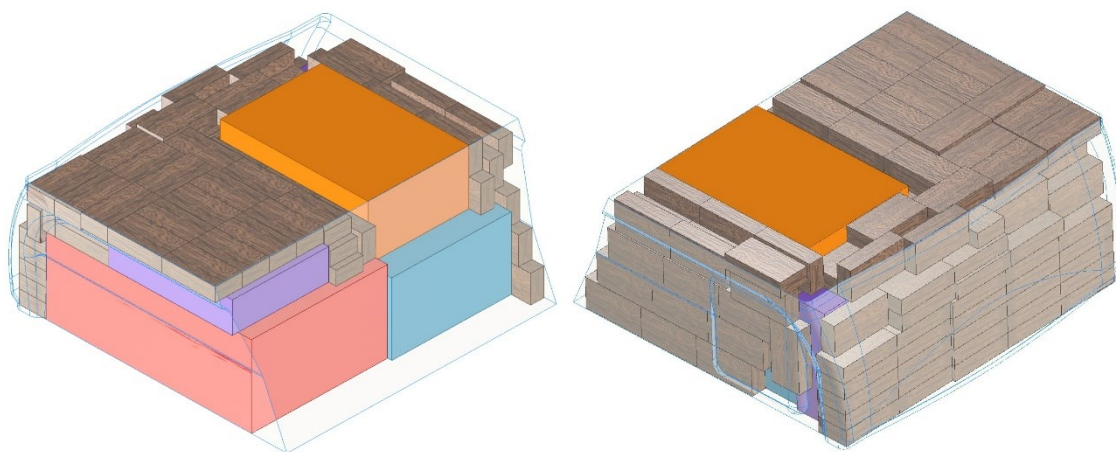
Za účelem dosažení srovnatelných výsledků u různých automobilů, která podstupují měření, je potřeba dodržet daný postup:

- 1) Kvádry jsou do zavazadelníku ukládány postupně a to od největších, menší kvádry je možné ukládat až ve chvíli, kdy se ty větší už nikam nevejdou. Jedná se o nejlepší variantu simulující reálné ukládání zavazadel do zavazadelníku.
- 2) Pro omezení rozměru (výšku) zavazadlového prostoru shora, tedy v reálném zavazadelníku platem nebo roletou (u otevřených zavazadlových prostorů např. hatchback, SUV, kombi) uvažujeme rezervu 15mm k udané výšce. Nahrazuje se tím případná možná reálná deformace roletky nebo vůle plata.
- 3) Po dokončení uložení maximálního počtu kvádrů v zavazadelníku je vyplněna rozpiska s počty jednotlivých druhů kvádrů.
- 4) Z výsledků rozpisky je vypočten objem, které zabírají jednotlivé druhy kvádrů.
- 5) Součet vypočtených objemů jednotlivých druhů kvádrů je roven celkovému objemu zavazadelníku v litrech dle této metody.

$$V [l] = \sum V_{kufr L} + \sum V_{kufr M} + \sum V_{kufr S} + \sum V_{brašna} + \sum V_{VDA kvádr}$$

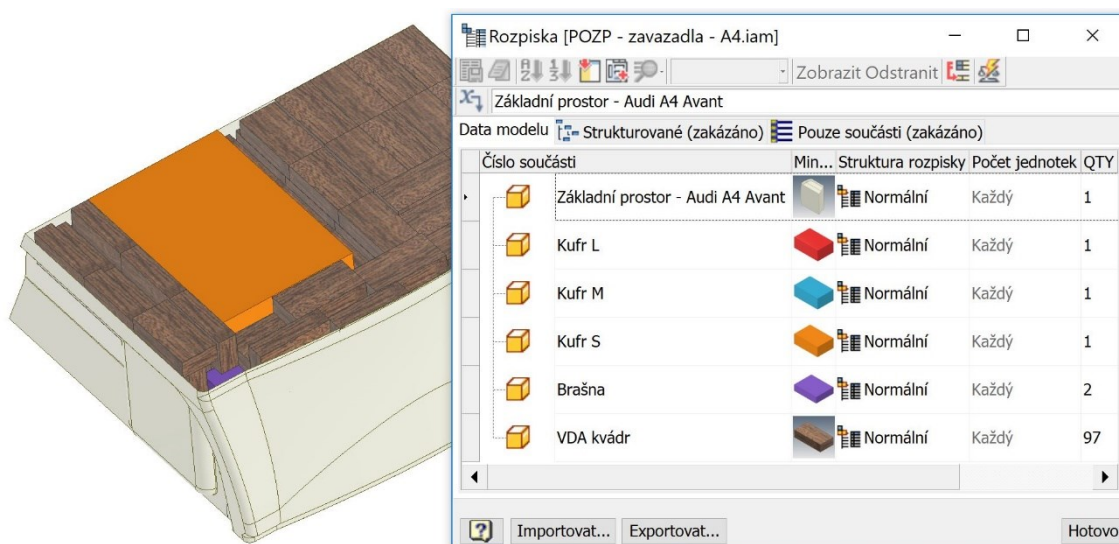
(3.4.3) Simulace - přepravní objem Audi A4 Avant

I přesto, že je automobil Audi A4 Avant vybaven meziprostorem pod podlahou, nemůžeme na rozdíl od předešlých dvou metod tento prostor uvažovat do celkového objemu zavazadlového prostoru, neboť podle postupu začínáme s ukládáním největšího druhu kvádrů, ten se do tohoto prostoru nevejde.



I

Obrázek 44. Vyobrazení uložení kvádrů v zavazadelníku Audi A4 Avant. Vpravo – pohled zezadu. Vlevo – pohled od nakládací hrany.



Obrázek 45. Rozpiska sestavy uložení kvádrů v zavazadelníku Audi A4 Avant.

Tabulka 13. Tabulka pro výpočet celkového naměřeného objemu zavazadlového prostoru Audi A4 Avant

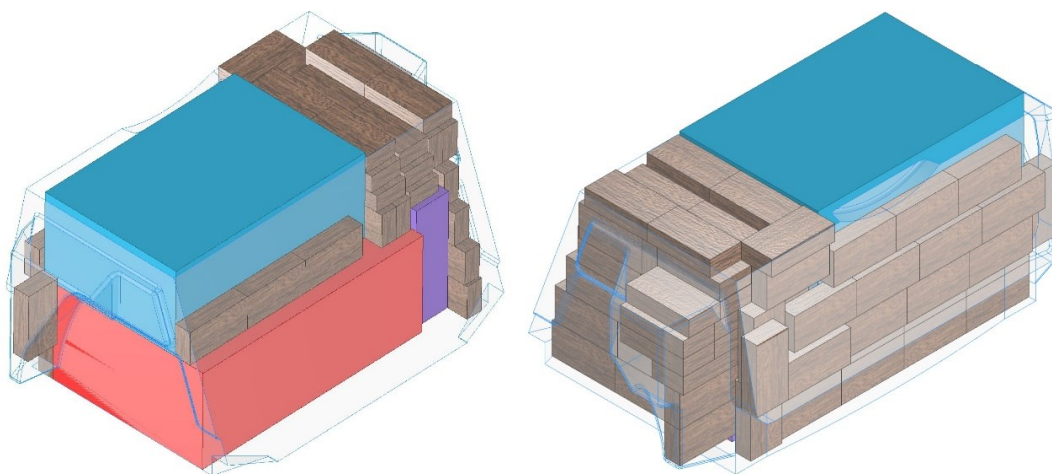
druh	jednotný objem [l]	počet [-]	celkový objem [l]
Kufr L	114,2	1	114,2
Kufr M	76,1	1	76,1
Kufr S	41,2	1	41,2
Brašna	18,4	2	36,8
VDA kvádr	1	97	97
Celkový objem			365,3

Dle této metodiky se podařilo naměřit hodnotu 365,3 litrů přepravního objemu automobilu Audi A4 Avant.

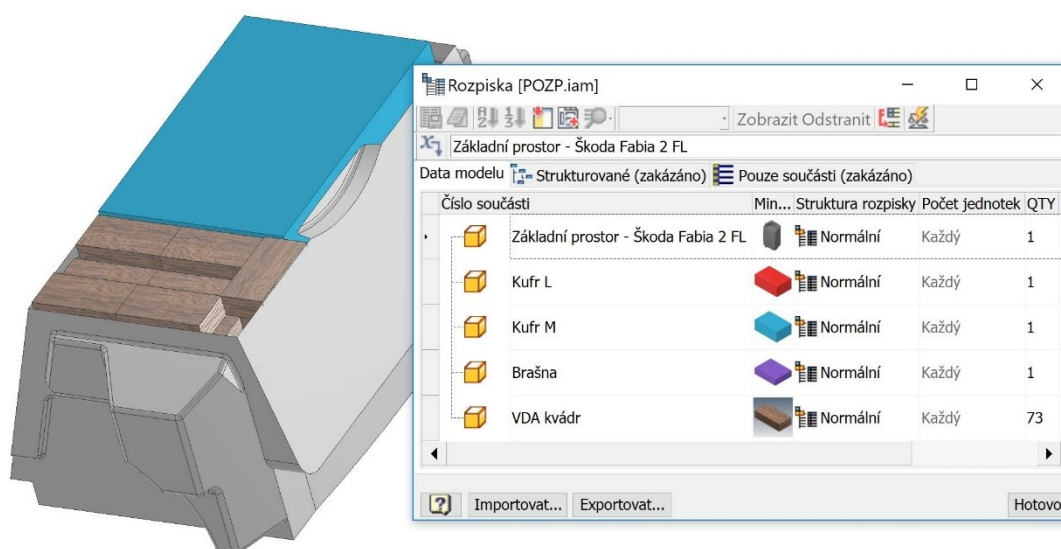
Tabulka 14. Porovnání vypočtené hodnoty dle metody přepravního objemu s VDA, hodnotou danou výrobcem a tekutinovou metodou.

Audi A4 Avant		
metoda měření	objem [l]	podíl [%]
tekutinová metoda	474,8	100
VDA dle výrobce	442	93,1
VDA	421	88,7
Metoda přepravního objemu	365,3	76,9

(3.4.4) Simulace - přepravní objem Škoda Fabia 2 FL



Obrázek 46. Vyobrazení uložení kvádrů v zavazadelníku Škody Fabia 2 FL. Vpravo – pohled zezadu. Vlevo – pohled od nakládací hrany.



Obrázek 47. Rozpiska sestavy uložení kvádrů v zavazadelníku Škody Fabia 2 FL.

U měření zavazadelníku Škody Fabia touto metodou nebylo možné využít všech nabízených druhů kvádrů. Po uložení kvádrů s názvy Kufr L a Kufr M již nebylo možné do zavazadelníku uložit kvádr Kufr S, bylo tak nutné přeskočit tento typ a použít tak další druh, konkrétně kvádr Brašna.

Tabulka 15. Tabulka pro výpočet celkového naměřeného objemu zavazadlového prostoru Škody Fabia 2 FL.

druh	jednotný objem [l]	počet [-]	celkový objem [l]
Kufr L	114,2	1	114,2
Kufr M	76,1	1	76,1
Kufr S	41,2	0	0
Brašna	18,4	1	18,4
VDA kvádr	1	73	73
Celkový objem			281,7

Dle této metody se podařilo naměřit hodnotu 281,7 litrů přepravního objemu automobilu Škoda Fabia 2 FL.

Tabulka 16. Porovnání vypočtené hodnoty dle metody přepravního objemu s VDA, hodnotou danou výrobcem a tekutinovou metodou.

Škoda Fabia 2 FL		
metoda měření	objem [l]	podíl [%]
Tekutinová metoda	348,2	100
VDA dle výrobce	315	90,5
VDA	300	86,2
Metoda přepravního objemu	281,7	80,9

4. NÁVRHY A DOPORUČENÍ

4.1 Zhodnocení simulací

Zavazadlové prostory automobilů dvou kategorií přenesené do virtuálního prostředí podstoupily simulace dvou konvenčních metod měření objemu zavazadlového prostoru a jednou nově navrženou metodou.

(4.1.1) Kombi střední třídy

Tabulka 17. Výsledky simulací u zavazadlového prostoru Audi A4 Avant.

Audi A4 Avant				
metoda měření	objem [l]	podíl [%]	nevyužitelnost prostoru [%]	nevyužitý prostor [l]
Tekutinová metoda	474,8	100	0	0
VDA dle výrobce	442	93,1	6,9	32,8
VDA	421	88,7	11,3	53,8
Metoda přepravního objemu	365,3	76,9	23,1	109,5

U výsledků simulací automobilu typu kombi kategorie střední třídy považujeme hodnotu danou výrobcem, tedy „VDA dle výrobce“, pouze jako informativní, jelikož při simulaci nebylo možné této hodnoty dosáhnout a naměřena byla hodnota nižší o 21 litrů. Objektivně tedy můžeme srovnat pouze hodnoty naměřené v simulacích.

U zavazadelníku takto pravidelných tvarů je až překvapivé jak velký rozdíl vznikl mezi hodnotami tekutinové metody (celkového objemu zavazadelníku) a VDA, konkrétně tedy 53,8 litrů objemu nebo 11,3 procent.

Dále se dostáváme k metodě přepravního objemu, která simuluje umístění reálných zavazadel do zavazadlového prostoru. Je nutné podotknout, že u konstrukce a navrhování automobilů kategorie střední třídy se počítá s častější přepravou objemnějších zavazadel než například u kategorie malých vozů a přesto nebyl využit prostor o objemu 109,5 litrů nebo 23,1 procent z celkového objemu zavazadelníku při naložení vytvořených ekvivalentů zavazadel. To znamená, že při naložení zavazadel bychom nebyli schopni využít 55,7 litrů oproti hodnotě, kterou by měl dle naší simulace (VDA) uvádět výrobce.

Dosažené výsledky nejlépe vystihuje výše vyobrazená tabulka s číselnými hodnotami.

(4.1.2) Malý vůz

Tabulka 18. Výsledky simulací u zavazadlového prostoru Škody Fabia 2 FL.

Škoda Fabia 2 FL				
metoda měření	objem [l]	podíl [%]	nevyužitelnost prostoru [%]	nevyužitý prostor [l]
Tekutinová metoda	348,2	100	0	0
VDA dle výrobce	315	90,5	9,5	33,2
VDA	300	86,2	13,8	48,2
Metoda přepravního objemu	281,7	80,9	19,1	66,5

U výsledků simulací automobilu kategorie malých vozů považujeme hodnotu danou výrobcem, tedy „VDA dle výrobce“, jako relevantní, ale je nutné počítat s tím, že použité vozidlo bylo vybaveno plnohodnotným rezervním kolem a tak není prostor pro rezervní kolo možné uvažovat do celkového objemu zavazadelníku, stejně jako tomu bylo u těchto automobilů před modernizací, kde výrobce uváděl objem zavazadlového prostoru 300 litrů. Díky tomu můžeme uvést, že provedená simulace má výsledek shodný s hodnotou uváděnou výrobcem při této specifikaci automobilu. Objektivně, ale i v tomto případě můžeme srovnat pouze hodnoty naměřené v simulacích.

U zavazadelníku takto složitých tvarů je velmi zajímavé sledovat jakou velikost má rozdíl, který vznikl mezi hodnotami tekutinové metody (celkového objemu zavazadelníku) a VDA, konkrétně tedy 48,2 litrů objemu nebo 13,8 procent.

Dále se dostáváme k metodě přepravního objemu, která simuluje umístění reálných zavazadel do zavazadlového prostoru. U automobilů kategorie malých vozů se nepočítá s častou přepravou objemných zavazadel, ale bývají uživateli velice univerzálně využívány. Proto pozitivně překvapí výsledky, kdy nebyl využit prostor o objemu 66,5 litrů nebo 19,1 procent z celkového objemu zavazadelníku při naložení vytvořených ekvivalentů zavazadel. Z toho plyne, že u Škody Fabia 2 je možné využít prostor zavazadelníku při naložení ekvivalenty zavazadel dokonce o 4 procenta lépe než je tomu u výše hodnoceného Audi A4 Avant. To znamená, že při naložení zavazadel bychom nebyli schopni využít 18,3 litrů oproti hodnotě, kterou by měl dle naší simulace (VDA) uvádět výrobce u této specifikace.

Dosažené výsledky nejlépe vystihuje výše vyobrazená tabulka s číselnými hodnotami.

4.2 Doporučení

(4.2.1) Tekutinová metoda

Hodnoty získané měřením touto metodou mají představovat celkový objem zavazadlového prostoru, ale na základě výsledných hodnot a jejich porovnání s ostatními vyplývá, že se jedná o hodnoty sice vysoké, ale pro zákazníka naprosto zavádějící a irelevantní. Při reálném užívání automobilu prakticky není možné veškerý tento objem využít a tak by se mělo jednat o hodnotu především informativní například pro výrobce a podobně, ale rozhodně nepoužívanou v konkurenčním boji, nebo jako hodnota udávána zákazníkovi.

(4.2.2) Metoda VDA

Hodnoty získané měřením touto metodou se mají jednoduchým způsobem měření přiblížit reálné využitelnosti objemu zavazadlového prostoru v praxi. Výsledné hodnoty jsou samozřejmě vždy nižší než u tekutinové metody, ale nutí výrobce k navržení čalounění a výplní boků zavazadlového prostoru k maximalizaci počtu uložení VDA kvádrů a tedy jejich pravidelnějších tvarů pak lépe využitelných v praxi. Jedná se o metodu, která je z konvenčních metod nejvíce férová k výrobcí i zákazníkovi. Udává hodnoty objemů, které by v praxi měly být teoreticky možné využít.

Pokud výrobce měří objem zavazadelníku touto metodou, tak to vždy uvádí jak v propagačních materiálech nebo v technických datech automobilů a proto by si zákazník měl být schopen představit reálnou využitelnost zavazadelníku a je schopen objektivně srovnat zavazadelníky měřené touto metodou.

(4.2.3) Metoda přepravního objemu zavazadlového prostoru

Hodnoty získané měřením touto metodou mají za účel maximálně přiblížit zákazníkovi schopnost zavazadelníku pojmout reálná zavazadla. Výsledné hodnoty jsou z pravidla nižší než u konvenčních metod, ale v tomto případě také určuje i počet a typ jednotlivých zavazadel, které lze do zavazadelníku uložit. Díky daným pravidlům a rozměrům kvádrů reflektujících reálná zavazadla k měření tak je možné určit skutečný přepravní objem daných zavazadlových prostorů a objektivně je porovnat. U navrhování této metody byl předpoklad, že se bude hodit především k měření objemů u větších automobilů kategorií nižší střední, střední a vyšších tříd především kvůli pravidlům ukládání kvádrů při měření. Tento předpoklad byl ale vyvrácen u simulace měření automobilu kategorie malé vozy, kde bylo dosaženo dokonce o 4 procenta lepšího využití

objemu zavazadelníku oproti automobilu střední třídy. To vychází opět z pravidel ukládání kvádrů při měření, kde se podstatně znevýhodňují automobily, u kterých se do objemu zavazadlového prostoru daného konvenčními metodami uvažují také meziprostory pod podlahou nebo prostor pro rezervní kolo a podobně, čímž automobily vyšších tříd v současnosti často disponují. Z těchto poznatků plyne, že tato metoda může být používána napříč všemi třídami automobilů.

(4.2.4) Nutné zavedení změn

Na základě výsledků z provedených simulací měření a poznatků můžeme konstatovat nutné zavedení změn v oblasti měření objemu zavazadlových prostorů osobních automobilů za účelem možnosti objektivního porovnání konkurenčních automobilů zákazníkem a jeho usnadnění výběru automobilu.

- Nutné zavedení norem určující jednotnou metodiku měření objemu zavazadlových prostorů automobilů určených pro Evropský trh, tak aby bylo možné jednoduché srovnání konkurentů zákazníkem.
- Jasně předepsání polohy zadních sedadel při měření objemu zavazadlového prostoru u automobilů s nastavitelnými zadními sedadly.
- U automobilů, kde v základní specifikaci není součástí rezervní kolo, ale je to příplatková položka je nutné udávat dvě hodnoty, tedy hodnotu objemu zavazadelníku automobilu s rezervním kolem a bez něj.

5. ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývala posouzením určování velikosti zavazadlových prostorů osobních automobilů.

V úvodu teoretického rozboru problematiky proběhlo seznámení s historií vzniku zavazadlových prostorů u osobních automobilů. Následovalo popsání jednotlivých konstrukčních řešení karoserií a některých jednotlivých konstrukčních prvků souvisejících s touto problematikou. Dále seznámení s možností ovlivnitelnosti aktivní a pasivní bezpečnosti. V následující části kapitoly byly popsány pojmy týkající se přímo objemů zavazadlových prostorů, kde následoval popis a seznámení s konvenčně používanými metodikami měření objemu zavazadlových prostorů.

V další kapitole se zabýváme přímo posuzováním určitých metod měření objemu zavazadlových prostorů a za tím účelem byly vytvořeny virtuální modely zavazadlových prostorů zvolených automobilů dvou odlišných tříd. Tato kapitola obsahuje také popis jednotlivých automobilů, jejich specifikaci a technická data. Virtuální model byl vytvořen v programu Autodesk Inventor na základě rozměrů získaných pomocí praktických měření nahrazující 3D skenování reálných zavazadelníků daných automobilů. Tento model byl následně upravován dle potřeb simulací měření jednotlivými metodami.

U simulací tekutinové metody, která má za účel zjistit celkový objem prostoru, byly modely upraveny tak aby tvořily plné těleso, díky čemuž bylo možné pomocí softwaru vypočítat jeho celkový objem. U automobilu střední třídy, kde se zavazadelník skládal ze dvou oddělených prostorů, se celkový objem rovnal součtu objemů těchto dvou prostorů.

Simulace metody VDA využila původní modely zavazadlových prostorů spolu s vytvořením modelu VDA kvádrů dle daných rozměrů. Do modelů zavazadelníků byly ve virtuálním prostředí pomocí vazeb uloženy dané kvádry tak, aby jejich počet byl maximální. Výsledný maximální počet uložených kvádrů se rovnal objemu daného zavazadlového prostoru dle VDA. U automobilu střední třídy s rozděleným prostorem zavazadelníku se postupovalo stejným způsobem jako v předešlém případě.

V dalším kroku byla navržena nová metoda přepravního objemu zavazadlového prostoru za účelem přiblížení skutečné přepravní kapacity zavazadlového prostoru

zákazníkovi. Hlavní myšlenkou této metody je použití ekvivalentů reálných zavazadel při měření objemu s danými pravidly pro ukládání do prostoru. Za tímto účelem byl vypracován průzkum trhu se zavazadly a z něj byly vytvořeny průměrné ekvivalenty čtyř druhů zavazadel, které doplňuje pátý druh, což je kvádr o objemu jednoho litru převzatý z metody VDA. Po uložení jednotlivých kvádrů do prostorů dle daných pravidel byla vytvořena rozpiska s počty jednotlivých uložených kvádrů a z ní vypočten celkový objem těchto uložených kvádrů. Zjišťujeme tak přepravní objem zavazadelníků i počet a druhy zavazadel, které zavazadlový prostor pojme.

Následující část obsahuje zhodnocení a popis výsledků získaných ze simulací měření objemů zavazadlových prostorů konvenčními metodami a metodou nově navrženou, které jsou umístěny v přehledných tabulkách. Výsledky zcela jednoznačně potvrzují očekávání, že každá z konvenčních metod vykazuje naprosto odlišné výsledné hodnoty a znemožňují tak objektivní srovnání zákazníkem. Na základě výsledků dále musíme podotknout, že hodnoty získané tekutinovou metodou mohou být použity pouze informativně, ale v praxi není možné udávaný objem využít. Výsledky získané z navržené metody přepravního objemu zavazadlového prostoru naopak vyvrací předpoklad použití této metody především pro automobily nižší střední třídy a výše, jelikož použitý automobil kategorie malých vozů dosáhl vyšší využitelnosti zavazadlového objemu než automobil střední třídy.

V závěru poukazujeme na nutné zavedení změn v této problematice za účelem zvýšení objektivity srovnání konkurenčních automobilů zákazníkem.

6. PODĚKOVÁNÍ

V první řadě patří poděkování Ing. Michalu Richtářovi Ph.D. za návrh tohoto aktuálního tématu, odborné vedení mé diplomové práce a pomoc při mém správném nasměrování. Velmi důležitá byla pro mě také pomoc mých kolegů při konzultacích o způsobech praktického měření a tvorbě virtuálních modelů, mé rodině a přítelkyni za pomoc s textovou částí mé práce a také jako psychické podpoře.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MATĚJKA, Rostislav. *Vozidla silniční dopravy I.* 2. přeprac. vyd. Bratislava: Alfa, 1990, 213 s. ISBN 80-05-00392-7
- [2] MATĚJKA, Rostislav. *Vozidla silniční dopravy II.* 2. přeprac. vyd. Bratislava: Alfa, 1990, 213 s. ISBN 80-7100-074-4
- [3] KOVANDA, Jan, Ivo RESL a Jiří SOCHA. *Konstrukce automobilů: pérování vozidel.* Praha: České vysoké učení technické, 1997. ISBN 80-01-01624-2

INTERNETOVÉ ZDROJE

- [4] *Ford Model A (1927–31)* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ford_Model_A_\(1927-31\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ford_Model_A_(1927-31))
- [5] *Tesla* [online]. [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://www.tesla.com/>
- [6] *Lamborghini Aventador* [online]. [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: <https://www.lamborghini.com/en-en>
- [7] *Galerie Audi* [online]. [cit. 2019-01-10]. Dostupné z: <https://fourtitude.com/gallery/gallery1.php>
- [8] *Renault models* [online]. [cit. 2019-01-14]. Dostupné z: <https://group.renault.com/>
- [9] *Modely Volkswagen* [online]. [cit. 2019-01-14]. Dostupné z: https://konfigurator.volkswagen.cz/cc-cz/cs_CZ_VW/V/models
- [10] *Katalog automobilů* [online]. [cit. 2019-01-15]. Dostupné z: <https://autonoto.cz/katalog>
- [11] *Technická data Peugeot* [online]. [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <https://www.peugeot.fr/accueil.html>
- [12] *Úvod do kufrologie* [online]. [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/mereni-objemu-kufru.A120730_130038_automoto_fdv
- [13] *KIA Sedona data* [online]. [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <https://www.kia.com/us/en/home>